Anno VI. TORINO, Ottobre 1912. Num. 10.

RIVISTA DI ASTRONOMIA

E SCIENZE AFFINI

Bollettino della Società Astronomica Italiana

EDITO DALLA STESSA

Sede Principale **TORINO, Via Maria Vittoria, num. 23**

presso la Società Fotografica Subalpina

Abbonamento per l'Italia e l'Estero L. 12 all'anno

Un fascicolo separato L. 1.

Deposito **per l'Italia:** Ditta G. B. PARAVIA E COMP. (Figli di I. Vigliardi-Paravia) Torino-Roma-Milano-Firenze-Napoli.

TORINO

STABILIMENTO TIPOGRAFICO G. U. CASSONE SUCC.

Via della Zecca, 11.

1912.

Anno VI. Torino, Ottobre 1912. Num. 10.

RIVISTA DI ASTRONOMIA
E SCIENZE AFFINI
Bollettino della Società Astronomica Italiana
(edito dalla stessa)

SPIEGAZIONI
per l'intelligenza dei principali elementi del Sistema Solare

INFORMAZIONE E SOMMARIO

Invitato dai soci della Società Astronomica Italiana, che guidano le sorti della Sezione fiorentina, ad esprimere il mio pensiero intorno agli argomenti da svolgersi in pubbliche adunanze, per lo scopo di tener vivo in loro e nei compagni l'interesse per l'Astronomia, mi è parso di dover suggerire la volgarizzazione di quel prezioso libretto che s'intitola: *Annuaire pour l'an* (. . .) *publié par le Bureau des longitudes* (Paris, Gauthier-Villars), che a tutti i suoi meriti unisce quello non indifferente di un prezzo modesto.

Esso è compilato da astronomi in collaborazione con geodeti, geofisici e geografi che dell'astronomia fanno uso, e con fisici, e chimici che all'astronomia applicano le loro esperienze; e qui basti dire dell'analisi spettroscopica che indagando l'intima costituzione della materia, dimostra che quella celeste non è per nulla diversa da quella terrestre; e lo spettroscopio è ora tanto fisico e chimico quanto astronomico. Scorrendo il mio pensiero per questi campi d'indagine, conclusi, che se i letterati commentano Dante per renderlo prontamente intelligibile così che torni di utilità e diletto a chi non se ne può occupare *ex professo*, i Fisici devono commentare l'*Annuaire*. E qui noterò che con Fisici in generale intendo classificati anche gli astronomi fisici, osservatori ed anto-calcolatori, non i matematici, che hanno coi Fisici indubitatamente affinità

pregevolissime, ma che si trovano in tutt'altra costituzione, diversa da questa a cui guardo coll'*Annuaire*.

Gli esimi miei Interrogatori rimasero addirittura edificati, e subito di rimando esclamarono, con molto entusiasmo, « incominciate ». M'avvidi allora d'aver teso una rete a me stesso, ma anzichè ribellarmivi prescelsi di mostrare per primo come io intendeva che si facesse. E nell'adunanza (1) tenuta nel sabato 8 aprile 1911 ho date modeste spiegazioni intorno al calendario ecclesiastico e civile, intorno al nascere e tramontare della Luna e del Sole, ed intorno al tempo medio, cose queste simili a quelle offerte per prime dall'*Annuaire*.

In pari tempo promisi di prepararmi per un argomento susseguente. Ma siccome esso è del primo più astruso, nè si può farlo penetrare nella mente senza aver sott'occhio alcune formole e numeri, ho pensato di svolgerlo prima in carta e pubblicarlo, aprendo così la via, a me per meglio dire, ed ai lettori per meglio intendere, ponendoli anche in grado di notare quei punti che hanno bisogno di delucidazioni maggiori di quelle scritte, e che riusciranno a voce perchè da un ben inteso attrito avremo la luce.

L'argomento riguarda quella tavola che nell'*Annuaire* 1912 a pagine 292, 293, si intitola : *Données relatives aux astres principaux du système solaire*.

Ma per la migliore intelligenza delle cose che sono intenzionato di dire, sarà bene di avere qui congiunta la detta tavola, per cui ho pensato di riprodurla in questo scritto, e la ritroveremo a suo luogo al § 7.

Dirò dunque le cose in undici paragrafi : tre saranno dedicati a ricordare alcune nozioni elementari, ed otto alle spiegazioni proposte. Pertanto il sommario del mio disegno è questo :

PARTE PRIMA. — § 1. *Le formole della dinamica.* — § 2. *La formola del pendolo.* — § 3. *La distanza del Sole dalla Terra.*

PARTE SECONDA. — § 4. *Il peso del Sole.* — § 5. *Le masse dei pianeti.* — § 6. *La massa della Luna.* — § 7. *La tavola dell'*Annuaire *1912.* — § 8. *La densità del Sole e dei pianeti.* — § 9. *La densità della Terra rispetto all'acqua.* — § 10. *La gravità alla superficie del Sole e dei pianeti.* — § 11. *La massa di alcune stelle doppie.*

---

(1) Cfr. *Rivista di Astronomia*, V, 130. Relazione del segretario Italo Del Giudice.

§ 1. — Le formole della dinamica.

Una delle proprietà generali della materia si è il moto, il moto rettilineo ed uniforme di cui è giuoco forza ammettere l'esistenza per poco che si rifletta intorno all'Universo. E malgrado che noi vediamo certi oggetti in quiete, sappiamo già che si tratta di quiete *relativa*, rispetto ad altri oggetti che hanno eguale ed inavvertito movimento comune.

È ampiamente dimostrato che nell'Universo tutto è in moto; perfino certe stelle apparentemente fisse si muovono nella direzione della visuale, e la visione diretta non può dircelo: ma lo sappiamo dallo spettroscopio. Ma il carattere di moto rettilineo uniforme della materia può essere modificato da cause, quindi noi vedremo sempre i corpi nell'uno o nell'altro stato, o di quiete relativa, o di particolar moto; e li vedremo perdurarvi fino all'intervento di nuove cause modificatrici. L'incapacità del corpo a mutare di per sè stesso il proprio stato è una altra proprietà della materia e la diciamo inerzia. Le cause che generano la quiete o modificano il moto proprio della materia sono le forze. È intuitivo che il corpo perfettamente libero, non soggetto ad alcuna azione di forza, percorrerà in linea retta spazi eguali in tempi eguali, ed allora, se diciamo v lo spazio unitario, cioè quello percorso nell'unità di tempo, il prodotto di v per un tempo t ci darà lo spazio totale percorso dal corpo, e noi tradurremo in formola, o linguaggio matematico, il moto uniforme, scrivendo

$$s = vt \qquad [1]$$

Allo spazio unitario è dato il nome di *velocità*.

Se invece penseremo ad una forza che agisca su di un corpo in modo continuo nella stessa direzione e colla stessa intensità, dovrà essa comunicargli variazioni di velocità eguali in tempi eguali, e si produrrà così un moto *uniformemente vario*, che per variazioni in aumento sarà *accelerato*, e per quelle in diminuzione sarà *ritardato*.

La gravità terrestre a tutti nota, e di cui noi dovremo specialmente occuparci, è una forza costante, dovuta, come ben si sa, a quell'altra proprietà della materia che è l'attrazione; attrazione che nell'unità di tempo comunica ai corpi cadenti un aumento di velocità indicato con g. Pertanto, lasciato cadere liberamente un corpo da una certa altezza, esso acquista alla fine di un tempo t una velocità:

$$v = gt \qquad [2]$$

Ora noi possiamo immaginare che il corpo, anzichè aver percorso lo spazio con moto uniformemente accelerato, lo abbia percorso con moto uniforme, con una velocità media aritmetica fra zero e gt, cioè con.

$$[v] = 1/2\ gt$$

allora per la formola [1] sarà,

$$s = 1/2\ gt^2 \qquad [3]$$

e questa servirà a darci lo spazio nel moto uniformemente accelerato, tanto in generale, quanto in particolare nel caso da noi ora inteso, quello dei gravi cadenti.

Sperimentalmente si viene in cognizione che nel primo istante di un secondo di tempo medio, il grave cadente percorre metri 4.9; cioè, per $t = 1$ abbiamo dalla [3]

$$s = 1/2\ g = 4.9 \text{ m.}$$

quindi se ne conclude (1) che

$$g = 9.8 \text{ m.}$$

Con questa nozione di variazione di velocità in ogni istante successivo, noi siamo in grado di farci una tabella per rappresentarci numericamente le velocità u alla fine di ogni successivo secondo. E sarà:

t	u	g
0	0	
		9.8
1	9.8	
		9.8
2	19.6	
		9.8
3	29.4	
		9.8
4	39.2	

(1) In generale potremo concludere che la velocità acquistata nell'unità di tempo, cioè $v = g$ come si ha dalla [2] facendovi $t = 1$, ossia l'*accelerazione*, è misurata dal doppio dello spazio percorso in quel tempo; ciò è anche contenuto nella [3] perchè fatto $t = 1$ essa darà in generale:

$$g = 2\ s$$

Ora ritornando al concetto di moto uniforme, noi possiamo concepire che al compiersi di ogni secondo il corpo abbia percorso il suo cammino partendo dalla quiete con velocità medie così espresse:

$$[v] = \frac{o + v}{2}$$

allora moltiplicandole per i rispettivi tempi, avremo gli spazi s come in quest'altra tabella:

t	$[v]$	s
0	0	0
1	4.9	4.9
2	9.8	19.6
3	14.7	44.1
4	19.6	78.4

I numeri dell'ultima colonna s possono venire scritti di fronte a t come segue:

0	0
1	4.9
2	4.9×2^2
3	4.9×3^2
4	4.9×4^2

cioè vediamo così rappresentata numericamente la formola [3] che dice siccome nel moto uniformemente accelerato gli spazi vadano successivamente crescendo come i quadrati dei tempi.

Indichiamo in generale con f, anzichè con g, la variazione della velocità nell'unità di tempo, e con F la forza costante che la cagiona, e chiamiamo tale variazione unitaria col nome ben noto di *accelerazione*. Evidentemente questa deve essere proporzionale alla forza, cioè al crescere di questa deve crescere anche quella e se la forza raddoppia raddoppierà anche l'accelerazione: e con simboli diremo che a 2 F corrisponde $2f$, e via dicendo in qualsiasi rapporto. Se per forze diverse F_1, F_2, F_3 . . . . . costanti, ed agenti sopra un dato corpo hanno luogo le accelerazioni f_1 f_2 f_3 . . . . . dovranno i quozienti delle forze per le rispettive accelerazioni esser fra loro eguali, e quindi eguali ad una quantità costante che indicheremo con M; avremo dunque *simbolicamente* queste relazioni:

$$F_1/f_1 = F_2/f_2 = F_3/f_3 \ldots\ldots = M$$

Il quoziente M dicesi *massa del corpo;* per ora accontentiamoci del nome e ne intenderemo presto il suo significato. Noi possiamo anche pensare che una sola forza $F = F_1 = F_2 = F_3 \ldots\ldots$ agisca anzichè sopra un solo corpo, sopra molti imprimendo loro successivamente e rispettivamente le accelerazioni $f_1\, f_2\, f_3 \ldots\ldots$; allora a ciascuno di questi f deve corrispondere il proprio M e la relazione superiore si muta nella seguente:

$$M_1 f_1 = M_2 f_2 = M_3 f_3 \ldots\ldots = F \qquad |4|$$

per la quale noi potremmo definire le masse siccome quei fattori che presi insieme alla propria accelerazione riproducono la forza che è causa delle accelerazioni medesime. Ma ciò non è tutto ancora, perchè dobbiamo considerare un terzo caso, quello per cui da differenti forze $F_1\, F_2\, F_3 \ldots\ldots$ si avesse una e la stessa accelerazione; allora si intuisce subito che nella |4| mutandosi il secondo membro F nei valori delle dette forze, mentre poi uno solo è il valore di f, e cioè:

$$f_1 = f_2 = f_3 \ldots\ldots$$

devono di necessità essere fra loro diversi gli M, e ciascuno deve corrispondere al proprio F.

A questo terzo caso appartiene il peso dei corpi, il quale è dovuto ad un'unica causa, l'attrazione di tutte le molecole che formano il tutto Terra (che per noi qui è una sfera) su ogni molecola di cui è costituito ciascun corpo terrestre. Per molecole noi intendiamo le parti infinitamente piccole di ogni corpo, dal più grande al più piccolo, dalla Terra al più minuto granello di sabbia; ora queste molecole prese in generale, comunque sia la loro specie, costituiscono quell'ente che diciamo *materia*. L'esperienza giornaliera ci dice che oggetti a portata della nostra mano hanno bisogno di uno sforzo muscolare più o meno grande per essere sostenuti o tolti dal luogo dove riposano. Questo sforzo non è lo stesso per i diversi corpi anche se abbiano eguale apparenza esterna, cioè eguale volume, come per esempio sarebbe il caso di una bottiglia riempita successivamente, prima d'acqua, poscia di mercurio. I nostri sensi ci dicono dunque subito, non appena che abbiamo vita, siccome la materia reagisca ai nostri sforzi in proporzione del maggiore o minore numero di molecole o particelle pesanti che si contengono in uno stesso volume, ovvero potremo dire in proporzione della quantità di materia che in quel volume è contenuta. Or bene adesso è venuto il momento di dire che tale quantità di materia è ciò che dicesi la *massa del corpo*.

Si supponga che il corpo di massa M abbia il volume V, allora il quoziente

$$\frac{M}{V} = d \qquad [5]$$

rappresenterà necessariamente la massa contenuta nell'unità di volume, e con ciò acquistiamo l'idea di *densità*, o di aggregazione più o meno fitta delle molecole della materia di cui M è composto; ma perchè le densità dei vari corpi acquistino un significato pratico è necessario riferirle a quella di un corpo tipo che è l'acqua, e la cui densità viene posta eguale ad uno.

Figuriamoci ora due palle eguali per grandezza come fossero due palle da bigliardo, ma una di ambra, cioè di una materia che ha la densità dell'acqua, l'altra di ghisa che ha densità sette volte più grande (1). Se queste due palle si trovassero decomposte in molecole di egual peso il numero di quelle contenute nella palla di ghisa dovrebbe di necessità essere sette volte tanto il numero di quelle contenute nella palla di ambra, ed inoltre devono trovarsi sette volte più unite fra loro dal momento che occupano lo stesso volume v. Per la palla di ambra, di massa m, scriveremo in formola la sua densità come segue:

$$m/v = 1$$

e per quella di ghisa, di massa m'

$$m'/v = 7$$

ma dalla prima di queste due si ricava:

$$m = v$$

quindi sostituendo nella seconda potremo scrivere:

$$m' = 7\,m$$

vale a dire alla palla di ghisa fanno riscontro per identicità di massa sette palle di ambra. Se ora, per ipotesi, le sette palle di ambra diventassero una sola palla, è chiaro che un colpo di stecca da bigliardo dato

(1) Veggasi l'*Annuaire*, 1912 a pag. 420 « Densités ».

in eguale misura alla palla di ghisa ed al pallone d'ambra avrebbe lo stesso effetto, quello di far correre ambedue le palle colla stessa velocità per un tratto di strada eguale sul piano in cui si trovano, e su cui soffrono le identiche resistenze. Questo esempio ci mette in grado di concludere che noi abbiamo un modo di giudicare dell'eguaglianza o diseguaglianza delle masse dei corpi riportandoci agli effetti di moto che quelle masse possono mostrarci allorquando su di esse agiscono quelle cause *che abbiamo dette forze*.

Naturalmente è ovvio pensaie che, prendendo la massa di un corpo tipo come massa unitaria. potremo per essa esprimere le masse degli altri corpi.

Si lascino ora cadere tutti insieme dall'alto differenti corpi rappresentati da questi pesi:

$$P_1 \quad P_3 \quad P_3 \quad \ldots\ldots$$

noi li vedremo precipitare al suolo tutti in egual modo (a prescindere dalla resistenza dell'aria) perchè ogni loro molecola è attratta egualmente da tutta la Terra, e devono quindi tutte le molecole impiegare lo stesso tempo a cadere con una velocità la cui accelerazione è g. Allora, per quanto fu detto e per la formola [4], sarà:

$$P_1 = M_1 g \qquad P_2 = M_2 g \quad P_3 = M_3 g \quad \ldots\ldots \qquad [6]$$

E con queste eguaglianze dobbiamo intendere chiaramente che se i pesi sono differenti, lo devono essere altresì le masse, dappoichè nei secondi membri restando immutato l'uno dei fattori, il g, deve esser mutato l'altro in armonia al proprio P.

Malgrado dunque che i corpi cadano tutti in egual modo, hanno masse differenti in proporzione del loro peso. Ma mentre che il peso è il prodotto della massa, o quantità di materia, per l'accelerazione che essa acquista in virtù della forza, o facoltà di cadere lungo la verticale, la massa possiamo rappresentarcela quale quoziente fra il peso e l'accelerazione g.

In questo quoziente, o rapporto, sta, dirò così, il segreto di poter risalire da questi fatti terrestri a fatti congeneri in tutto l'Universo. Ne saremo subito persuasi, immaginando che tutti i nostri corpi $P_1\ P_2\ P_3\ \ldots$ si trovassero trasportati sopra un'altra Terra, più grande, o più piccola della nostra; là essi avrebbero peso diverso, più grande o più piccolo, a norma dell'attrazione, più grande o più piccola, di quelle Terre; ed alla

variazione in più, od in meno, del peso, corrisponderebbe una conseguente variazione di g ed in modo tale che i quozienti delle [6] non avessero a trovarsi variati. Il concetto di massa può dunque essere esteso fuori della nostra Terra in tutto il campo dell'Universo. Per riuscire in questo intento noi non abbiamo che a fermare la nostra attenzione sulle tre quantità: forza, accelerazione e massa, legate in questo modo:

$$F = f\,M. \qquad [7]$$

Ed è chiaro che se delle tre quantità ne fossero date due, siccome lo sono in generale F ed f, possiamo dalla [7] ricavare la terza M, che è poi quella che vogliamo ricercare nei corpi celesti.

A questo punto è necessario fare una piccola digressione.

Abbiamo visto che la gravità terrestre è causa di peso, e quindi di forza per ciascuna molecola di un corpo cadente: ma d'altra parte ogni corpo cade colla stessa accelerazione g; ora, potrebbe venire domandato come avvenga che la forza di attrazione di tutta la Terra, o gravità terrestre che diremo T, e che è la vera generatrice dell'accelerazione g se si applica alla [4] parrebbe voler dire *siccome tutti i corpi terrestri hanno egual massa?* Cosa questa che è contraddetta dall'esperienza e che abbiamo largamente spiegata. La risposta va cercata nella situazione in cui noi vogliamo ritrovarci col nostro pensiero, cioè, o sulla Terra insieme ai fatti speciali terrestri, o fuori di essa con fatti più generali spettanti all'Universo. Fintanto che noi restiamo colle nostre considerazioni sulla superficie della Terra noi sostituiamo alla causa generale T, che cagiona il peso, questo stesso come una forza che si oppone alla nostra muscolare, o ad altre forze, e la [4] ci darà i vari casi speciali tutti simili al primo $M_1 g = P_1$ e come del resto abbiamo veduto; ma quando usciamo dalla Terra, e ci facciamo a considerarla come un tutto unico insieme ai suoi corpi, sospesa nell'Universo, allora abbiamo di fronte soltanto la sua forza totale T ed i pesi restano soltanto nella nostra mente e sono in suo confronto cose insussistenti, e la [4] ha l'unica forma $Mg = T$, oppure l'altra $M = T/g$ che ci mostra la massa della Terra quale un rapporto astratto; ma di cui conosciamo soltanto g e nulla ancora sappiamo di T ed M.

Essendo che possiamo anche scrivere

$$g = T\,M$$

potremo dire che l'effetto g, palese e misurabile sulla Terra, è a sua volta un rapporto fra la forza o potenza di attrazione T che mostra di aver

sede nel centro della Terra, e la somma M di particelle materiali componenti la Terra stessa. Ciascuna particella di tal somma è per intuizione dotata di virtù attrattiva, ma questa è a noi manifesta sotto la intera costituzione che abbiamo simboleggiata con T.

Spariti così nella nostra mente tutti i pesi terrestri, spariscono anche le masse terrestri di fronte alla massa madre che tutte le congloba allorquando essa ci sta davanti come corpo celeste; ma non spariscono già quando noi, discendendo dal campo astratto celeste, discendiamo a quello concreto terrestre, facendo uso, oltre che della nostra mente, anche dei nostri sensi.

La digressione fatta per chiarire questo punto ci porta quasi naturalmente a pensare che fuori della Terra e per tutto l'Universo debba esistere la stessa forza di attrazione, che è forza propria della materia. Ciò è in fatto, e come l'attrazione della Terra dicesi gravità terrestre, l'attrazione di tutte le masse celesti dicesi gravitazione universale; e sebbene l'una e l'altra sieno la stessa cosa, perchè una è la materia dell'Universo, vi ha tuttavia una diversità ed è quella che, entrando nel campo dell'Universo il potere attrattivo, va considerato non soltanto in relazione alle masse, ossia alle quantità di materia, ma altresì, come vedremo, in relazione alle distanze.

Il modo come cadono i corpi sulla terra lungo la verticale che va al centro della medesima fu studiato da Galileo e così ebbe origine la seconda legge della dinamica, che si trova contenuta nella formola [3]: Il modo come cadono i pianeti sul Sole per l'attrazione che esso esercita su di loro, fu studiato da Keplero, contemporaneo di Galileo, ed ha dato origine alle sue tre famose leggi. Ma fra la caduta dei gravi e quella dei pianeti vi ha questo di diverso, che per questi ha luogo la combinazione continua dell'attrazione col moto iniziale che possiedono così che ne risulta il moto orbitale formulato appunto nelle tre leggi suddette (1). Spettava al genio di Newton fare la sintesi delle scoperte di Galileo e di Keplero per giungere a formulare la gran legge della gravitazione universale che mette in

---

(1) Le tre leggi sono:

I. I pianeti si muovono intorno al Sole in orbite ellittiche *(con eccentricità moderate così che non è notevole la deviazione dalla forma circolare)* ed il centro del Sole è foco comune di tutte.

II. In una stessa orbita le aree percorse dal raggio vettore *(che fingesi continuamente condotto dal centro del Sole al pianeta)* sono proporzionali ai tempi impiegati a descriverle.

III. I quadrati dei tempi delle rivoluzioni siderali sono proporzionali ai cubi dei semigrand'assi *(o delle medie distanze dal Sole)*.

relazione questa forza universale colle masse e le distanze, e che si enuncia come segue:

« Fra due corpi del sistema solare esiste una forza la cui direzione « coincide colla congiungente i due corpi, e la cui intensità è direttamente « proporzionale alle loro masse ed inversamente proporzionale al quadrato « della distanza reciproca » (1).

Poniamo che le due masse sieno m ed M (con piccolo volume rispetto ad una notevole reciproca distanza R), avremo che l'azione dell'intera massa M sopra ciascuna molecola di m sarà:

$$\frac{M}{R^2}$$

ma le molecole sono in numero di m, quindi l'azione totale sarà m volte più grande, ovvero sia, la legge enunciata sarà simbolicamente espressa come segue:

$$\frac{m\,M}{R^2}.$$

Ma se una delle masse, per es., la m è infinitamente piccola e l'altra infinitamente grande (come è il caso della Terra rispetto al Sole, e come del resto vedremo), l'azione di quest'ultima, la M, sarà tanto prevalente da poter riguardare questa come sola massa attraente con un'azione

$$\frac{M}{R^2}$$

e l'altra sarà attratta come fosse una sola molecola obbediente senza reazione significante, cioè senza attrazione contraria, su di M.

Analizzando questa forza in relazione alle masse ed alle distanze, nel modo che si vedrà, noi verremo in cognizione della grandezza relativa delle masse celesti, e vedremo come realmente si possa parlare di peso del Sole e degli altri corpi del suo sistema. Ma diciamo subito che siccome a nessuno verrebbe in mente di pesare il carico di treni ferroviari o di navi col milligrammo, lassù in cielo occorre un'appropriata

(1) Questa forza è una terza proprietà della materia, oltre le due, prima indicate, di moto rettilineo uniforme ed inerzia. Se questa forza mancasse allora è chiaro che il moto rettilineo uniforme non sarebbe modificato, ma con essa e le altre due proprietà insieme, si mantengono incessanti i moti orbitali dei pianeti intorno al Sole.

unità di misura per conseguire dei rapporti, o confronti, appropriati al nostro spirito; occorre un appropriato chilogrammo celeste, e questo sarà la nostra stessa Terra.

§ 2. — La formola del pendolo semplice.

Dal precedente § 1, *le formole della dinamica*, abbiamo, dalla [2] per un moto uniformemente accelerato, e per una velocità w acquistata in un tempo t, la formola seguente:

$$w = gt \qquad [1]$$

e per lo spazio σ percorso nello stesso tempo, abbiamo dalla [3]:

$$\sigma = 1/2\, gt^2.$$

Fig. 1.

Ricaviamo t da quest'ultima e sostituiamolo nella prima, avremo:

$$w = \sqrt{2g\sigma} \qquad [2]$$

Applicheremo questa formola al pendolo semplice.

Immaginiamolo fatto di un filo e di una pallina pesante, e deviamolo dalla sua posizione verticale di riposo di una piccola elongazione α, allora in qualsiasi punto dell'arco A E esso avrà la velocità w acquistata come se fosse caduto da G verticalmente.

Calcoliamo la caduta σ per un punto qualsivoglia dell'arco, per esempio, per C a cui corrisponderà:

$$\sigma = \mathrm{GF}.$$

Se α è piccolissimo l'arco A E $= a$ si confonde colla corda AG e di conseguenza anche C E sarà eguale ad X G $= x$.

Per il noto teorema geometrico che la corda è media proporzionale fra la sua proiezione sul diametro ed il diametro intero avremo:

$$\text{G E} : a = a : 2\,\text{O E}$$

ed ancora:

$$\text{F E} : x = x : 2\,\text{O E}.$$

Chiamando l la lunghezza del pendolo sarà:

$$\text{G E} = \frac{a^2}{2l}$$

$$\text{F E} = \frac{x^2}{2l}$$

e sottraendo:

$$\text{G F} = \frac{a^2 - x^2}{2l}$$

che è il valore σ da introdurre nella formula [2], che per ciò diventa:

$$w = \sqrt{\{ g/l\,(a^2 - x^2) \}} \qquad [3]$$

Questa, si vede subito, ha il valor zero in A dove $x = a$, ed ha il suo valor massimo in E dove $x = o$, nel qual caso diventa:

$$c = a \sqrt{g/l} \qquad [4]$$

Con questa massima velocità oltrepassa il pendolo il perpendicolo, fino a raggiungere l'elongazione contraria, eguale ed opposta — α, perdendo in B tutta la velocità acquistata, e compiendo l'oscillazione semplice (1). Di là torna indietro a rifarla in senso contrario verso A. Si immagini ora costruito un semicerchio sulla corda A B e si muova su di esso un punto materiale D, così che partendo da A col pendolo proceda da sè con velocità costante c. Questa solleciterà il punto lungo la

(1) Con questo aggettivo *semplice* distinguono i fisici l'oscillazione da A in B, mentre chiamano oscillazione *completa* l'andata A B ed il ritorno B A.

tangente, e noi possiamo immaginarla decomposta in due azioni: una verticale che fa discendere il punto, l'altra orizzontale che lo trasporta parallelamente ad A B ed in modo che il piede X della perpendicolare D X cammina di conserva sulla A B.

Ora nel punto D che sta verticalmente sotto C, luogo del pendolo, la componente orizzontale sarà $c \cos \beta$, come si vede dalla figura, ma:

$$\cos \beta = \frac{DX}{DG} = \frac{\sqrt{(DG^2 - GX^2)}}{DG}$$

$$\cos \beta = \frac{\sqrt{(a^2 - x^2)}}{a}$$

e moltiplicando questa per la [4]:

$$c \cos \beta = \sqrt{g/l\,(a^2 - x^2)},$$

in cui si vede essere il secondo membro eguale al secondo della [3] e per ciò sarà:

$$c \cos \beta = w.$$

Dunque la componente orizzontale della velocità costante c con cui si fa muovere D sul cerchio è in ogni istante eguale alla velocità w del pendolo (1). Ma se D si muove sul cerchio colla velocità c la sua proiezione X si muove di conserva sulla A B colla velocità $c \cos \beta$: e con questa, eguale ad w, procede di conserva il pendolo per la stessa via, giacchè corda ed arco sono tutt'uno.

Pertanto D ed X collegati insieme arriveranno in B al giungere del pendolo dopo un certo tempo t dalla sua partenza da A.

---

(1) La componente *verticale* è $c \operatorname{sen} \beta$ ed è evidente che per la risultante (che è la tangente) si verifica sempre:

$$c^2 = \overline{c \operatorname{sen} \beta}^2 + \overline{c \cos \beta}^2$$

ovvero:

$$c^2 = c^2 (\operatorname{sen}^2 \beta + \cos^2 \beta)$$

e quindi:

$$c = c.$$

Ora a D che si muove di moto uniforme sulla mezza circonferenza è applicabile la formola [1] del § 1, per la quale il tempo t è eguale allo spazio πa della mezza circonferenza diviso per la velocità costante c e quindi:

$$t = \frac{\pi a}{a\sqrt{g/l}}$$

dalla quale ne viene la *classica* formola:

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \qquad [5]$$

del pendolo semplice.

(*Fine del § 2; Continua*). A. Abetti.

LE VARIAZIONI DI LATITUDINE
ed i moti microscopici del globo terrestre

Le deformazioni alle quali la Terra va soggetta per opera del progressivo suo raffreddamento, consistono in moti relativi delle masse che la compongono, i quali furono fin qui ritenuti privi di qualsiasi risultante apprezzabile sulla posizione di equilibrio del globo nello spazio, per la doppia ragione dell'essere di un ordine di grandezza incomparabilmente inferiore al diametro del globo stesso, e del compensarsi fra loro in gran parte, come quelli che sono simmetricamente diretti rispetto al centro di gravità. Ma con la scoperta delle variazioni delle latitudini, la detta influenza perturbatrice dei moti delle parti sul tutto, abbenchè minima ed anzi microscopica, è pure venuta in luce, e nella categoria dei moti totali del globo, che fin qui comprendeva solo la traslazione e la rotazione, sono venuti ad aggiungersi altri, piccolissimi ma pur non insensibili, elementi di rotazione, necessarî a tener il centro di gravità nell'asse d'inerzia. ed altri anche minimi scorrimenti, mercè i quali il centro di gravità riesce a mantenersi nella sua orbita. Queste rotazioni e questi scorrimenti, facendosi attorno e lungo assi fra loro perpendicolari, potrebbero anche ritenersi equivalenti a sole rotazioni: tuttavia per formarsi un concetto esatto di queste ultime è bene studiarne le parti separatamente.

Cominciamo dal considerare le due diverse interpretazioni che si possono dare del fenomeno della variazione delle latitudini, e che, come vedremo, corrispondono entrambe a fatti reali.

1° *Spostamento periodico dell'asse di rotazione della Terra attorno ad una posizione media.* — Immaginiamo proiettata dal centro la superficie (supposta sferica) della Terra sopra il piano tangente alla Terra stessa nel polo Nord : p (fig. 1). Tale piano sia assunto coincidere col piano stesso in cui la figura è disegnata. Le due rette perpendicolari p X p Y siano rispettivamente il meridiano d'origine (Greenwich

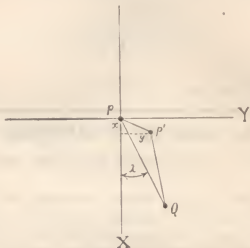



Fig. 1.

per esempio) ed il meridiano ad esso perpendicolare. La retta p Q rappresenti il meridiano di un dato Osservatorio e questo si proietti in Q. È chiaro che l'arco della sfera terrestre che si proietta nel segmento rettilineo p Q è il complemento della latitudine dell'osservatorio Q, e la longitudine di questo, misurata da Greenwich, è rappresentata dall'angolo $\lambda = X\widehat{p}Q$.

Ciò posto, se immaginiamo dato a p un piccolo spostamento che lo porti in p', e denotiamo con x ed y le coordinate cartesiane di p' rapporto agli assi p X p Y, si domanda di quanto risulterà diminuita la distanza Q p' rispetto a Q p? Risponde la geometria elementare che vista la piccolezza del segmento $p\,p'$ la differenza $p\,Q - p'\,Q$ sia da porre eguale alla proiezione di $p\,p'$ sopra p Q, ossia alla somma delle proiezioni dei due segmenti x ed y (componenti ortogonali dello spostamento $p\,p'$) sopra lo stesso p Q. Ora il segmento x forma con p Q l'angolo λ, e il segmento y evidentemente l'angolo 90° — λ : quindi la somma delle dette due proie-

zioni sarà $x \cos \lambda + y \cos (90 - \lambda)$ ossia $x \cos \lambda + y \sin \lambda$, e questa sarà l'espressione dell'accorciamento di pQ nel passaggio del polo da p a p'. Ma nelle immediate vicinanze del punto p, la superficie sferica non si distingue dal piano tangente; la variazione di pQ, ora considerata, è dunque identica alla diminuzione che subisce il complemento di latitudine del punto Q, ossia all'aumento da attribuire alla latitudine φ. Detto $\Delta \varphi$ questo aumento, che naturalmente si cambierà in diminuzione quando il segno ne risulti negativo, avremo l'equazione

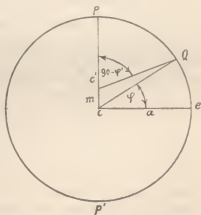
$$\Delta \varphi = x \cos \lambda + y \sin \lambda \qquad [1]$$

Quando le componenti x ed y dello spostamento del polo siano conosciute in metri, dividendole per il raggio terrestre anch'esso espresso in metri (6 370 000) le avremo in parti di raggio, e moltiplicando il risultato per il numero di secondi d'arco compreso nel raggio di ogni circolo, ossia 206265, avremo le dette componenti in secondi d'arco. In tale unità devono esse esprimersi prima di sostituirle nella [1] la quale dà la variazione di latitudine (dell'osservatorio la cui longitudine da Greenwich è $= \lambda$) appunto in frazioni di secondo d'arco.

Possiamo notare che manca nella formola [1] un termine dipendente dalla latitudine. Per tutti gli osservatori posti nello stesso meridiano λ risulterebbe in base alla [1] la medesima variazione di latitudine. Ma ora vedremo che c'è una seconda causa di variazione per cui variano di latitudine egualmente tutti i punti situati in uno stesso parallelo, indipendentemente, quindi, dalla longitudine.

2° *Moto di va e vieni del centro di gravità lungo l'asse di rotazione* (fig. 2). Sia c il centro di gravità della Terra, $p Q p'$ il meridiano del punto Q, e p il polo nord. La latitudine del punto Q è data dall'angolo $\varphi = Q c e$, $c e$ essendo la traccia dell'equatore sul piano della figura. Immaginiamo ora che per una causa qualsiasi, il centro di gravità si sposti dal punto c al

Fik. 2.

punto c'. La latitudine nuova φ' del punto Q sarà l'angolo di cui $c'Q$

è inclinato su ce, ed è facile calcolare la differenza fra la nuova φ' la vecchia φ. Giacchè il triangolo $cc'Q$, postone il piccolo lato $cc' = m$ ci dà la relazione

$$\frac{\sin \widehat{cQc'}}{\sin \widehat{Qc'c}} = \frac{m}{a}$$

Ma d'altra parte:

$$\text{angolo } \widehat{cQc'} = \widehat{pc'Q} - \widehat{pcQ} = (90° - \varphi') - (90° - \varphi) = \varphi - \varphi'$$

ed inoltre

$$\sin \widehat{Qc'c} = \sin Qc'p = \sin (90 - \varphi') = \cos \varphi'.$$

Quindi la relazione precedente diventa:

$$\frac{\sin (\varphi - \varphi')}{\cos \varphi'} = \frac{m}{a}.$$

Ma essendo m piccolissimo si potrà senza errore sensibile porre $\sin (\varphi - \varphi') = \varphi - \varphi'$ e $\cos \varphi' = \cos \varphi$, onde la relazione si scriverà più semplicemente:

$$\varphi - \varphi' = \frac{m}{a} \cos \varphi$$

Se noi introduciamo come precedentemente il simbolo $\Delta \varphi = \varphi' - \varphi$ per indicare la variazione della latitudine e poniamo la quantità $\frac{m}{a}$ col segno mutato, come rappresentante di una nuova incognita z, scrivendo, dunque, $-\frac{m}{a} = z$ l'equazione diventa:

$$\Delta \varphi = z \cos \varphi. \qquad [2]$$

Questa espressione e la [1] si completano a vicenda. La [1] dà la variazione di latitudine dovuta allo spostamento endotellurico dell'asse di rotazione: la [2] la variazione che nasce dallo spostarsi del baricentro terrestre. L'una e l'altra causa producendo piccolissime variazioni nella φ, è chiaro che l'effetto totale sarà semplicemente la somma algebrica degli effetti parziali e potremo scrivere come espressione *completa* di $\Delta \varphi$:

$$\Delta \varphi = x \cos \lambda + y \sin \lambda + z \cos \varphi.$$

Non sarà superfluo mostrare che i tre termini di questa espressione sono all'incirca dello stesso ordine di grandezza. Consideriamo perciò un caso pratico, che il polo, cioè, si sposti di 5 metri seguendo il meridiano di longitudine 30° da Greenwich. In tal caso per avere le componenti x y bisogna calcolare le espressioni

$$x = \frac{5}{R} \times 206\,265 \cos 30^{\circ}$$

$$y = \frac{5}{R} \times 206\,265 \cos 60^{\circ}$$

dove R è il raggio della Terra ossia all'incirca R = 6.370.000. Si trova eseguendo il calcolo $x = 0''.140$, $y = 0''.081$. Inoltre supponendo il centro di gravità spostato di 1 metro verso l'emisfero sud, sarà da porre $z = \frac{1}{R} \times 206\,265 = 0''.032$ onde l'espressione della variazione di latitudine per un luogo di longitudine $= \lambda$ e di latitudine $= \varphi$, è nel nostro caso

$$\Delta \varphi = 0''.140 \cos \lambda + 0.081 \sin \lambda + 0.032 \cos \varphi.$$

Se per maggiore semplicità supponiamo che l'osservatorio che si considera si trovi alla latitudine di 45° e a 3^h da Greenwich, di modo che sia anche $\lambda = 45^{\circ}$, sarà $\cos \lambda = \sin \lambda = \cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{2}}$ e si vede che i 3 termini stanno fra loro come i numeri 140, 81, 32, dei quali non è lecito trascurare nessuno in confronto degli altri. Anche se avessimo ragione da ritenere *a priori* z molto piccolo, cioè il centro di gravità molto meno soggetto a spostamenti di quello che sia il polo, dovremmo sempre conservare il termine $z \cos \varphi$, potendo per qualche particolare valore della longitudine λ essere egualmente piccolo anche l'uno o l'altro dei due primi termini.

Ci troviamo dunque in presenza di 3 incognite x, y, z, ed i geofisici si sono proposti di determinarle in base alle misure di variazioni di latitudine $\Delta \varphi$ fatte in diversi Osservatorî. Teoricamente considerando il problema, si vede che per risolverlo basterebbe misurare le $\Delta \varphi$ di 3 Osser-

vatori, che chiameremo $\Delta \varphi_1$ $\Delta \varphi_2$ $\Delta \varphi_3$. Conoscendo, infatti, le latitudini φ_1 φ_2 φ_3 di essi tre e le loro longitudini da Greenwich, λ_1 λ_2 λ_3, si avrebbe il sistema delle 3 equazioni lineari a 3 incognite:

$$x \cos \lambda_1 + y \sin \lambda_1 + z \cos \varphi_1 = \Delta\varphi_1$$
$$x \cos \lambda_2 + y \sin \lambda_2 + z \cos \varphi_2 = \Delta\varphi_2$$
$$x \cos \lambda_3 + y \sin \lambda_3 + z \cos \varphi_3 = \Delta\varphi_3$$

che darebbero le desiderate quantità x y z. Senonchè in pratica questo metodo non potrebbe dare buoni risultati, vista la grande influenza che avrebbero sui valori delle incognite i piccoli errori delle $\Delta \varphi$, onde si stimò necessario determinare $\Delta \varphi$ in parecchi osservatorî e risolvere le equazioni risultanti secondo il metodo dei minimi quadrati.

La Commissione internazionale per il *servizio delle latitudini* impiantò, dal 1900 in poi, le seguenti stazioni:

Emisfero boreale	Emisfero australe.
Carloforte in Sardegna.	Bayswater (Australia).
Cincinnati (Ohio).	Oncatiwo (Argentina).
Gaithersburg (Maryland).	
Mizusawa (Giappone).	
Tschardjui (Russia).	
Uziah (California).	

Le sei stazioni boreali sono tutte sullo stesso parallelo di circa $+ 39°$ di latitudine. Similmente su egual parallelo ($- 32°$) si trovano le due stazioni australi. La ragione di simile disposizione è che si è voluto riferire il zenit astronomico di tutte le stazioni boreali alle stesse stelle, e similmente i due zenit australi, impiegando a tal fine in tutte le otto stazioni il processo di Talcott.

Il lettore rammenterà in che questo consista. Determinare la latitudine di un luogo equivale a trovare di quanto dista dallo zenit una data stella, di cognita declinazione, nell'istante del suo passaggio al meridiano. Se la declinazione della stella $= \delta$, la sua distanza zenitale meridiana z sarà data dall'una o dall'altra delle due formole:

$z = \varphi - \delta$ se la stella culmina a Sud del zenit
$z = \delta - \varphi$ » » » a Nord »

Supponiamo di avere due stelle, una δ, che culmini a sud e l'altra, δ',

a nord dello zenit. La somma delle loro distanze zenitali sarà eguale alla cognita differenza delle loro declinazioni, come mostra l'identità:

$$z' + z = (\delta' - \varphi) + (\varphi - \delta) = \delta' - \delta.$$

Se queste due stelle sono inoltre così disposte rapporto al zenit che si possa di esse determinare, mediante il telescopio zenitale, anche la differenza $z' - z$, sarà cognito il primo membro di quest'altra equazione:

$$z' - z = (\delta' - \varphi) - (\varphi - \delta).$$

Delle due quantità $\delta' - \varphi$ e $\varphi - \delta$ vengono per tal modo a conoscersi la somma e la differenza, ed il più elementare processo aritmetico ci insegna come dedurne le quantità stesse, e quindi la latitudine φ. La conoscenza della latitudine è basata dunque sulla conoscenza delle declinazioni di 2 stelle che culminano una a nord l'altra al sud del Zenit (1). Se le declinazioni di dette stelle sono leggermente erronee, è naturale che la latitudine ne uscirà affetta da leggero errore, ma è anche chiaro che le eventuali variazioni della latitudine erronea non potranno essere diverse da quelle della latitudine vera. In altre parole, il metodo ci darà la variazione della latitudine *indipendentemente dagli errori delle stelle.* Fissati nel meridiano i punti nei quali le due stelle vengono successivamente ad attraversarlo, il metodo di Talcott ci fa conoscere il moto del Zenit rispetto alle due stelle, e quindi rispetto al polo celeste.

Ora è chiaro che se in tutte le stazioni boreali è possibile servirsi della stessa coppia di stelle, si potrà, determinando con tutto rigore le declinazioni di queste stelle, giungere non solo ad una conoscenza precisa delle variazioni della latitudine nelle diverse stazioni, ma anche a quella anch'essa utile per gli scopi dell'alta geodesia, delle latitudini stesse. Lo stesso si dica delle stazioni australi. Si fu dunque, in sostanza, per un risparmio di lavoro, che le stazioni furono poste in parallelo, così nell'emisfero nord che nel sud, potendo in tal modo circoscrivere il lavoro dell'esatta rideterminazione delle stelle, per quel che riguarda le

---

(1) Quando le stelle siano vicinissime allo zenit, possono anche stare entrambe a nord o entrambe a sud: possono, quindi, anche avere la stessa declinazione, ed anzi coincidere in un'unica stella. Così dal metodo di Talcott si ricade su quello della misura di piccole distanze zenitali meridiane, il quale dà le variazioni di φ non meno bene, ed anzi evita qualche piccolo errore (differenze di flessione anomalie di rifrazione, ecc.) il telescopio essendo tenuto sempre esattamente verticale.

stazioni boreali, ad un determinato numero di coppie, provvisoriamente a sole 96. Ma non è da credere che la scelta di stazioni equidistanti dall'equatore fosse in qualche modo necessaria alla rigorosa determinazione delle nostre incognite x, y, z, giacchè esse dipendono dalle variazioni osservate nella latitudine, e queste devono rimanere identicamente le stesse qualunque sia la coppia di stelle di cui ci serviamo.

Immediatamente dopo cominciate le sistematiche misure di latitudine nelle stazioni internazionali (nel 1899) ne fu intrapresa la discussione dall'ufficio geodetico di Potsdam, in Prussia, e i primi valori dello spostamento del polo (x ed y) cominciarono a venire in luce. A questi primi calcoli fu però posta tacitamente a base l'ipotesi leggermente erronea, cui sopra accennammo, che cioè l'incognita z non potesse raggiungere valori sensibili. Era radicato negli astronomi il convincimento che l'avvicinarsi e l'allontanarsi del zenit dal polo celeste nascesse esclusivamente dallo spostarsi del polo terrestre. « Potendosi » scriveva Emilio Bianchi (1) « ritenere come assolutamente trascurabili le deviazioni della verticale « (il calcolo lo dimostra e l'esperienza lo conferma) resta chiaro che una « variazione nella latitudine di un sito ad altro non accenna se non ad « un movimento dell'asse di rotazione della Terra, e quindi ad uno sposta- « mento dei punti in cui tale asse incontra la superficie terrestre, cioè, « dei poli ».

Fu dunque dall'ufficio di Potsdam lasciato da parte il termine $z \cos \varphi$, determinando le incognite x ed y in base all'ipotesi binomia:

$$\Delta \varphi = x \cos \lambda + y \sin \lambda.$$

Se i moti della verticale dovuti ad eventuali spostamenti del centro di gravità, fossero stati effettivamente trascurabili, ossia incapaci di rivelarsi attraverso le misure di latitudine fatte col telescopio zenitale, i residui dati dalle equazioni della forma ora scritta, dopo sostituiti in esse i valori di x ed y, avrebbero dovuto essere di un ordine eguale a quello dei presumibili errori di lunghe serie di misure fatte col detto istrumento. E così parve infatti, sul principio della discussione, che fosse. Rappresentando gli osservati $\Delta \varphi$ fino a 1/2 decimo di secondo d'arco, i calcolatori

(1) *Le stazioni astronomiche internazionali.* « Nuova Antologia », 16 aprile 1904.

di Potsdam non credettero potersi pretendere di più, e nel loro ordine di idee entrava anche taluno fra i più insigni misuratori di latitudine come il nostro Bianchi: ecco perchè questi nel passo surriferito ebbe scritto che l'esperienza confermi l'insignificanza delle deviazioni della verticale. Ma le osservazioni del Bianchi stesso e dei suoi colleghi ad un istrumento così perfetto come il zenit-telescopio possedevano in realtà un più alto grado di precisione di quel che essi stessi fossero inclinati a supporre.

Un geòdeta giapponese, il Kimura, non tardò infatti ad accorgersi che i residui lasciati dalla formula

$$\Delta \varphi = x \cos \lambda + y \sin \lambda ,$$

pur essendo minimi, mostravano tuttavia una sintomatica persistenza di segni, la quale evidentemente accennava alla presenza di un secondo movimento oltre il supposto, ed infatti scompariva, ossia i segni *più* e i *meno* nei residui venivano a bilanciarsi, quando si fosse aggiunta e determinata una terza incognita, scrivendo:

$$\Delta \varphi = x \cos \lambda + y \sin \lambda + z.$$

Riappariva così l'a torto trascurato *termine di latitudine* $z \cos \varphi$, che dal Kimura poteva essere scritto semplicemente z per la ragione che nelle sei stazioni boreali il coefficiente $\cos \varphi$ è assolutamente costante, e poco differisce dal coefficiente analogo delle due stazioni australi (1).

Ma i movimenti della verticale erano stati talmente perduti di vista, che il cosidetto *termine di Kimura* non si seppe sulle prime a che attribuirlo. Abbiamo sotto gli occhi una pregevole Nota del già citato prof. Bianchi (2) in cui si passano brevemente in rassegna le diverse ipotesi che furono proposte per spiegare *a posteriori* il detto termine, tuttochè perfettamente giustificabile *a priori*. Si pensò a possibili anomalie nella rifrazione, all'influenza di eventuali parallassi delle stelle, agli effetti del maggior o minor tempo che intercede fra i passaggi delle stelle di una coppia: si cercò anche una causa d'errore nel diverso splendore delle componenti la stessa coppia talcottiana, ecc., ecc. Solo

(1) I valori di $\cos \varphi$ sono 0,77 per tutte le stazioni boreali e 0,85 per le australi. La differenza 0,08 può ritenersi di nessuna influenza sul valore del terzo termine.

(2) Alcune notizie sul termine Z di Kimura nella Variazione delle latitudini, *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*. Seduta del 7 febbraio 1909.

dopo che ognuna di queste congetture si fu rivelata insufficiente a render conto del termine kimuriano, si venne a quella che avrebbe avuto il diritto di essere la prima ipotesi, e che si sarebbe trovata in pieno accordo con i fatti, intendiamo gli scorrimenti del centro di gravità terrestre lungo l'asse di rotazione.

***

Perchè il lettore intuisca più sicuramente la verosimiglianza di questo modo d'interpretazione, vogliamo riassumere il fin qui detto in forma più sinottica. Quando noi vediamo la verticale spostarsi rapporto al polo celeste P (fig. 3) e, per esempio, avvicinarsi ad esso, dobbiamo inferirne che: *o* la Terra ha rotato di un piccolo angolo in modo che il polo terrestre, che prima era in π è venuto in π', nella quale rotazione la Terra *si è portata appresso* la verticale A B, facendola rotare attorno al centro A; *oppure* la rotazione è stata compita dalla verticale sola attorno al punto C, per essere il centro di gravità venuto da A in A'.

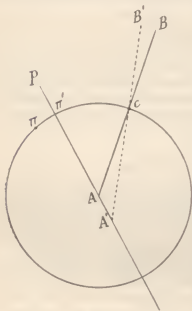



Fig. 3.

Sono dunque due le rotazioni della verticale che compongono lo spostamento apparente: una rotazione di *trascinamento* con la Terra, attorno al punto A, ed una rotazione *indipendente*, attorno a C. Voler *a priori* ritenere la prima rotazione per più probabile della seconda sarebbe un arbitrio. Entrambe devono sul principio presentarcisi con lo stesso grado di verosimiglianza, e solo alla risoluzione delle equazioni complete:

$$\Delta \varphi = x \cos \lambda + y \sin \lambda + z \cos \varphi,$$

dobbiamo affidare il còmpito di illuminarci circa la presenza o l'assenza dell'una e dell'altra componente. Se dalla risoluzione in parola vediamo venir fuori dei valori non insensibili, oltre che per x e y anche per z, dobbiamo conchiuderne che le rotazioni esistono tutte e due, vale a dire

non solo cambiano i poli di posto sopra la superficie della Terra, ma anche il centro di gravità di questa non ha sede rigorosamente fissa sull'asse del globo.

Questi moti del polo e del baricentro sono naturalmente periodici e non progressivi. Di quando in quando l'una o l'altra delle tre piccolissime quantità x, y, z ripassa per zero e cambia di segno. Ciò si esprime matematicamente, proporzionando le quantità stesse a dei seni nei cui argomenti entra, come surrogato o parametro del tempo, la longitudine del Sole. Per esempio, si scrive

$$z = a \sin(\odot + b),$$

dove $\odot$ è la longitudine del Sole, a è l'amplitudine di z e b la fase. Ma amplitudine e fase sono variabili, cosicchè tornando $\odot$ in capo ad un anno, a ripassare per lo stesso valore, x, y, z non fanno altrettanto. È essenziale di notar ciò per non cadere nell'errore di credere che gli scorrimenti del polo e del centro di gravità dipendano in qualche modo dalle stagioni.

I punti estremi della curva descritta dal polo sopra la superficie terrestre, dacchè è cominciato il servizio internazionale delle latitudini, distano fra loro di circa 18 metri e l'escursione totale del baricentro è stata di un 2 o 3 metri. Il meraviglioso di questi numeri appare quando li convertiamo in angoli e troviamo valori che o non arrivano al decimo di secondo o lo sorpassano di poco. Eppure essi non sfuggono ai sapientissimi metodi di misura proprî del telescopio zenitale!

Nella separazione che il Zenit-telescopio ci ha permesso di effettuare, delle due componenti della variazione delle latitudini, componente polare e componente zenitale, si racchiude un altro risultato importantissimo, ed è che questa seconda componente serve egregiamente a darci l'immediata ragione meccanica del variare delle latitudini. Il telescopio zenitale ha scoperto uno scorrimento del centro di gravità della Terra *lungo l'asse* di rotazione, ma è ovvio sospettare che questo non sia che una parte, la parte *avvertibile* del tutto, mentre l'altra parte, quella perpendicolare all'asse, non vi sarebbe ragione per ritenerla inesistente. È vero che la stabilità dell'equilibrio impone al baricentro di non uscire dall'asse, ma

per soddisfare a questa legge non è necessario che il baricentro resti attaccato in permanenza all'asse stesso: basta che vi ritorni immediatamente quante volte se ne sia staccato. In altri termini, come noi vediamo la crosta terrestre assestarsi con una serie di contrazioni brusche anzichè rigorosamente continue, così dobbiamo immaginarci che il permanere del centro di gravità nell'asse d'inerzia si faccia mediante una successione discreta di piccoli richiami o cadute. La legge d'inerzia porta con sè che la direzione dell'asse della Terra, nello spazio, resti invariata (1). Sia (fig. 4) $P\,c\,P$ in un certo istante l'asse di rotazione e c il centro di gravità. Le cause telluriche che determinano lo scorrimento di c lungo l'asse (per esempio nel senso della freccia) è infinitamente poco probabile che lo facciano nella direzione rigorosa di c a P: bensì tenderanno a portar c in direzione leggermente diversa $cc'\,P'$. Se c' è la nuova posizione del centro di gravità, la rotazione elementare che ristabilirà l'equilibrio, si farà intorno al punto C ed avrà per misura l'angolo $P\,c\,P'$, venendo così il punto c' a ridursi in c'', vale a dire nuovamente sull'asse d'inerzia P P. Ma alla rotazione elementare $P\widehat{c}P'$ non potrà a meno di non prender parte l'intero globo, dal che nascerà lo spostarsi dei poli sulla superficie del medesimo. Questo spostamento dei poli ci può dunque servire a calcolare la quantità di cui volta per volta il centro di gravità sarebbesi allontanato dall'asse d'inerzia senza quell'elemento di rotazione che ve lo ha ricondotto.

Fig. 4.

Se p e p' sono le due posizioni del polo sulla Terra, i triangoli simili $p\,c\,p'$ $c'cc''$ ci dànno l'equazione:

$$\frac{c'\,c''}{cc''} = \frac{pp'}{pc}$$

ed osservando che cc'' è $=$ al termine z di Kimura,

$$p'p = \sqrt{x^2 + y^2} \text{ e } pc = \mathrm{R} = \text{raggio terrestre},$$

si ha [posto anche $c'\,c'' = w$],

$$w = z\,\frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{\mathrm{R}}\,.$$

(1) Si astrae qui dalle *perturbazioni* dell'asse terrestre, ossia dai moti di precessione e di nutazione che in nulla infirmano la tendenza all'auto-parallelismo.

Esprimendo in metri w z x y, anche R sarà da esprimere in metri, mettendolo = 6.370.000.

Se fra due epoche abbastanza prossime si fosse per esempio trovato uno spostamento lineare del polo = 10 metri, ed uno spostamento del centro di gravità = 1 metro, la formula ci darebbe

$$w = \frac{1 \times 10 \text{ metri}}{6.370.000} = \frac{1 \text{ metro}}{637.000} = \frac{1}{637} \text{ di millimetro.}$$

Quest'è l'ordine di grandezza che dobbiamo attribuire alle massime ricadute del centro di gravità sopra l'asse di rotazione terrestre. Di solito esse saranno più piccole, ma potrà accadere che i loro effetti si sommino, quando per mesi ed anni di seguito la contrazione della crosta terrestre spinga il centro di gravità sempre in una stessa direzione. È chiaro che allora le rotazioni elementari del globo, necessarie a riportare il baricentro sopra l'asse, dovranno farsi sempre parallelamente ad uno stesso piano (che è quello definito dall'asse e dalla linea lungo la quale il centro di gravità è spinto), onde avranno modo di integrarsi in uno spostamento angolare di qualche entità. Così si spiega che le variazioni totali delle latitudini raggiungano valori ben più cospicui di quanto importerebbero le escursioni del centro di gravità viste dalla superficie della Terra, ma ciò non toglie che la loro causa immediata sia in queste escursioni appunto e non in altro. Per parlare il linguaggio matematico, il terzo termine della formula:

$$\Delta \varphi = x \cos \lambda + y \sin \lambda + z \cos \varphi$$

trascurato, sul principio, interamente, e del quale anche ora non manca chi mette in dubbio la realtà ed il significato fisico, ci dà implicitamente la chiave del meccanismo regolatore delle variazioni di latitudine, e senza di esso gli altri due termini non potrebbero sussistere.

Notiamo qui come accessorio che gli scorrimenti periodici del centro di gravità producono anche un altro effetto, oltre la migrazione dei poli. Per legge d'inerzia bisogna infatti che il baricentro rimanga sull'orbita prescrittagli dalle forze esterne al globo. Ora, perchè ciò accada, occorre che di quanto le forze interne tendono a far muovere il baricentro in un verso, d'altrettanto scorra, in verso contrario, l'intero globo. Siamo

quindi condotti a riconoscere nella massa terrestre una lenta oscillazione lungo l'asse rotatorio. Il cammino della Terra, abbenchè strettissimamente aderente a quello del centro di gravità, pure è soggetto a leggerissime, ed anzi microscopiche ondulazioni, affatto insensibili nei rapporti fra la Terra e gli altri corpi del sistema solare, non esclusa la Luna, ma che tuttavia, mercè il calcolo del terzo termine della formula per le latitudini, siamo perfettamente in grado di determinare.

Riconosciuto che la traslazione baricentrica, non esattamente parallela all'asse libero d'inerzia, genera una rotazione che fa variare le latitudini, vogliamo domandarci: potrebbe la componente di detta traslazione, perpendicolare all'asse, essere dello *stesso ordine* di quella parallela, ossia di qualche metro, anzichè di una piccola frazione di millimetro? In tal caso, per rimettere il centro di gravità sull'asse, la Terra dovrebbe rotare di un grande angolo e si produrrebbe un cataclisma! Non mancano invero, geologi i quali da cataclismi vorrebbero ripetere le grandi fratture che si osservano nella crosta terrestre. La distribuzione di tali fratture sembra suggerire che il polo nord fosse una volta distante più di venti gradi dal punto che occupa oggidì, e propriamente in prossimità di quello che è oggi lo stretto di Bering. Sembra anche che la Terra rotasse allora più rapidamente d'adesso ed avesse uno schiacciamento più considerevole dell'attuale. Ma l'onda delle maree, fortissima nelle parti non ancora solidificate, e progrediente in senso inverso a quello della rotazione diurna, ritardò quest'ultima, onde lo schiacciamento dovè diminuire, e dovettero prodursi, nella massa della Terra, delle lesioni capaci di far uscire di parecchio il centro di gravità dall'asse di rotazione.

Ammessa questa ipotesi, che in verità non può presentare verun assurdo a quanti accolgono l'altra, dell'origine della Luna per scissione dalla Terra, il cataclisma dei venti gradi di spostamento polare non può più apparirci inverosimile.

Ma l'èra dei cataclismi non è fortunatamente più la nostra: tutto ciò che di catastrofico potè accompagnarsi alla scissione della Terra dal suo satellite dobbiamo considerarlo oggi impossibile. Le fratture sono bensì anche oggi attive, nel senso che lo sprofondarsi graduale e l'innalzarsi dei loro labbri, per una potenza che supera forse il mezzo decimo del raggio terrestre, tendono continuamente a spostare il centro di

gravità, ma l'inerzia della rotazione della grande massa terrestre si fa essa stessa regolatrice di simili spostamenti. Se la Terra non rotasse, la sua contrazione ed il suo corrugamento potrebbero spostare *ad libitum* il centro di gravità; rotando, invece, la Terra, le dislocazioni delle masse sono subordinate alla condizione che il centro di gravità si scosti dall'asse d'inerzia il meno possibile. Così, e non altrimenti, è assicurata la stabilità dell'equilibrio.

Il centro di gravità, dunque, può bensì essere spinto di qualche poco fuori dell'asse, ma per uscirne deve cominciare dal seguire la linea di minima resistenza che è l'asse stesso. In altre parole, lo spostamento normale all'asse deve rappresentare una frazione piccolissima dello spostamento ad esso parallelo.

***

È bene, terminando, porre attenzione al modo come la cortese Natura ci ha condotti sulle tracce di questi microscopici movimenti della Terra. Se la rotazioncella che sposta il polo si effettuasse attorno ad un asse celermente variabile, non potremmo di essa mai accorgerci, perchè il polo attuale resterebbe sempre troppo vicino al polo medio, e le latitudini delle nostre specole varierebbero entro limiti troppo ristretti. Ma fortunatamente accade che l'asse in parola si mantenga alle volte invariato per un tempo più o meno lungo, di guisa che la rotazioncella ha modo di accumulare i suoi effetti in una variazione sensibile delle latitudini. Scoperta quest'ultima e misuratala in più luoghi, vien fatto di porre in sodo che una parte di essa non dipende da spostamento del polo, bensì da spostamento del zenit. Se ne conchiude che il centro di gravità non è fisso. Ma se non è fisso, basta una minima sua componente di moto, perpendicolare all'asse del globo, per dare origine allo spostamento dei poli. Così, una parte del processo, la quale di sua natura dovrebbe sfuggire interamente all'osservazione diretta, ha pure modo di rivelarsi come causa immediata di un fenomeno osservabile.

Forse non al solo geofisico, nè al solo astronomo, ma anche al filosofo che studia le vie aperte al progresso della conoscenza, questo piccolo intreccio di scoperte può offrire materia di meditazione.

V. Cerulli.

Teramo, Osservatorio Collurania, luglio 1912.

I CICLI LUNARI

Era nostra intenzione riprodurre integralmente nella *Rivista* il bel discorso " Dalla torre di Babel al laboratorio di Groninga " pronunziato dal consocio prof. Millosevich nella seduta reale dei Lincei il 2 giugno u. s., e la ristampa si sarebbe fatta per comodo sopratutto di quei nostri egregi abbonati forestieri che non hanno facilmente a loro disposizione gli atti della nostra Accademia. Ma ora apprendiamo con piacere che il detto discorso è stato pubblicato in francese dal periodico *Scientia*, e con ciò stimiamo siasi già abbastanza provveduto alla sua divulgazione. La traduzione si è fatta, per altro, lasciando da parte le istruttive note che accompagnano l'edizione originale: una delle quali presenta un interesse tutto speciale. Crediamo quindi che i lettori ci sapran grado dell'averla qui riprodotta.

Se si registrano le date di tutti gli eclissi di Luna e di Sole, che si verificano sulla Terra, nell'intervallo di giorni medî 6585,32...., aggiungendo alle date il periodo:

$$6585{,}32... \times n,$$

si avranno i tempi nei quali gli stessi eclissi si riprodurranno.

Per gli eclissi di Luna il numero n regge o può reggere da 1 a 47 $\pm$; per gli eclissi di Sole n regge da 1 a 71 $\pm$.

Esempio: Tre giorni dopo la battaglia di Waterloo, cioè il 21 giugno 1815, ebbe luogo un'eclisse totale di Luna di una durata di mezz'ora; con $n = 5$ si cade nel 1905 agosto 15, nella qual data si ha un'eclisse soltanto parziale di Luna.

Questo fatto mostra che il ciclo *Saros* (la reiterazione - la ripetizione), al quale sono legati questi due eclissi, tende alla fine. Ed in verità la sua origine, per questo eclisse, è in data 29 giugno 1238, e la fine ha luogo il 5 settembre 1941. In questo caso $n = 39$, ed è un numero dei più bassi.

La media rivoluzione sinodica della Luna vale giorni 29,530588; 223 rivoluzioni sinodiche medie valgono:

giorni medî 6585,321124
(Saros).

Giorni 6585 corrispondono ad anni 18 e giorni 11, se nei 18 anni ve ne sono 4 bisestili, oppure ad anni 18 e giorni 10 se ve ne sono 5

È sfuggito ai computisti il caso che il periodo sia di anni 18 e giorni 12 in causa della Riforma Gregoriana.

Suppongasi che il ciclo cominci il 1° marzo 1896; nell'intervallo di un ciclo vi sono tre soli bisestili, cioè il 1904, il 1908 e il 1912: cioè dal 1° marzo 1896 al 1° marzo 1914 vi sono giorni 6573, donde compiesi il ciclo il 13 marzo. Quindi la definizione esatta del Saros è la seguente:

Il ciclo Saros è un periodo di anni 18 e giorni 11 o 10 in calendario giuliano, e di anni 18 e giorni 12 o 11 o 10 in calendario gregoriano. La frazione di giorno è $7^h\,42^m$. Questo ciclo impararono i Greci dai Babilonesi; è probabile che la scoperta sia proprio Mesopotamica, ma lo scopritore è ignoto.

Due passaggi consecutivi della Luna al medesimo nodo avvengono in media in un intervallo di $27^d\,5^h\,5^m\,35^s,8 = 27^d,212220$.

242 rivoluzioni *draconitiche* (rapporto al nodo) valgono:

giorni medî 6585,357240.

(Nodo ascendente della Luna = testa del dragone: nodo discendente = coda del dragone).

Se al tempo τ il Sole è nel nodo della Luna, per la retrogradazione di questo, il nuovo passaggio per il nodo stesso è al tempo:

$$\tau + 346^d,6201.$$

Questo numero prende il nome di «anno dell'eclisse».

19 volte questo valore è = giorni 6585,7819.

Il mese anomalistico (da perigeo a perigeo) = $27^d\,13^h\,18^m\,33^s,1$ in media; cioè $27^d,55455$.

239 mesi anomalistici valgono giorni 6585,5374.

Cicli.

		d	
223 rivoluzioni sinodiche	(in media)	= 6585,3211 (Saros)	= A.
242 » draconitiche	»	= 6585,3572.	
19 volte l'anno dell'eclisse	»	= 6585,7819	= B.
239 mesi anomalistici	»	= 6585,5374.	

La Luna, alla fine del Saros ($6585^d\,8^h$), non solo ritorna strettamente alla posizione rispetto al Sole e al nodo, ma anche rispetto alla linea dell'asse maggiore della sua orbita.

Quest'ultimo fatto provoca la così detta *simiglianza di carattere* dell'eclisse prima e dopo non uno ma più cicli (salvo quanto concerne i limiti), lentamente sfigurandosi il *carattere*.

Esempio: L'eclisse di Sole del 6 dicembre 1695 fu totale; poi la sua corrispondente del 17 dicembre 1713 fu annulare-totale-annulare; questo carattere si conserva negli eclissi solari separati dal ciclo ed occorsi quindi nel 1731 dicembre 29, 1750 gennaio 8, 1768 gennaio 19, 1786 gennaio 30, 1804 febbraio 11, 1822 febbraio 21, 1840 marzo 4, 1858 marzo 15, 1876 marzo 25, 1894 aprile 6 e nell'ultimo, occorso il 17 aprile 1912. Il carattere perdurerà nei futuri eclissi del 28 aprile 1930, del 9 maggio 1948, del 20 maggio 1966 e del 30 maggio 1984. Solo l'eclisse del 10 giugno 2002 sarà decisamente annulare. Cfr. Oppolzer: *Canone degli eclissi*.

Il ritorno quasi esatto al perigeo (o apogeo) dopo un ciclo, riproduce in segno e grandezza una grossa parte delle perturbazioni che il Sole infligge alla Luna; se il ciclo anomalistico fosse differente dal Saros, vi sarebbe uno spostamento di parecchie ore nell'eclisse, e il secondo eclisse avrebbe carattere ben diverso dal primo.

Poichè $A - B = -0^d,46 = -11^h$ circa, e poichè il Sole in 11^h si sposta verso Est di circa 28′, se avviene un novilunio in nodo, dopo un ciclo Saros avremo un novilunio col Sole soltanto 28′ ad Ovest del nodo lunare; e poichè dopo un ciclo vi è pure, come dicemmo, quasi identità di anomalia lunare vera, l'eclisse ha presso a poco lo stesso carattere del precedente, per le ragioni sopraddette: ma A valendo $6585^d\,7^h\,42^m$, il fenomeno si paleserà spostato sulla Terra di circa 8^h in longitudine verso Ovest.

Esempio:

1894 5 aprile, eclisse centrale a mezzodì vero locale in $\begin{cases} \varphi = +47°22' \\ l = 7^h\,25^m\,28^s \end{cases}$ Est Parigi.

1912 7 aprile, eclisse centrale a mezzodì vero locale in $\begin{cases} \varphi = +46°55' \\ l = 0^h\,13^m\,20^s \end{cases}$ West Parigi.

È dunque evidente che, per trovare un'approssimata coincidenza di regioni (non certo di località con egual fenomeno), scorrer debbono tre cicli Saros, che corrispondono quasi rigorosamente a 19756 giorni.

Esempio:

1858 15 marzo, eclisse centrale a mezzodì vero locale in $\left\{ \begin{array}{l} \varphi = + 45^\circ 33' \\ l = 0^h 44^m 20^s \text{ West Parigi.} \end{array} \right.$

1912 7 aprile, eclisse centrale a mezzodì vero locale in $\left\{ \begin{array}{l} \varphi = + 46^\circ 55' \\ l = 0^h 13^m 20^s \text{ West Parigi.} \end{array} \right.$

Durante un intero ciclo Saros si verificano circa 70 eclissi; qualche volta anche 67, oppure anche 73. Sopra 70 eclissi, 29 circa sono di Luna e 41 circa sono solari. Dei 41 eclissi solari, 27 sono centrali, e, fra essi, 17 annulari e 10 totali. Un medio annuo di eclissi è 4: possono essere *due* soli, ed allora sono di Sole; oppure fin 7, e in tal caso *cinque* sono solari.

Credo ancora aggiungere alla Nota precedente sul Saros quanto segue: secondo i calcoli di Crommelin riportati da Whitmell (*M. N. Astr. Soc.*, LX), che si occupò dopo Du Séjour (Acc. Sc., Parigi, 1777) della massima durata d'un'eclisse totale di Sole per un punto della Terra, l'eclisse solare del 20 giugno 1955 è quello che nella storia dell'astronomia va segnalato per una massima durata di totalità.

Coi costanti del *Canone degli eclissi* di T. Oppolzer, in

$$\varphi = + 15^\circ \text{ e } l = + 117^\circ \text{ Gr.},$$

a mezzodì vero locale, la durata della totalità varrà intorno a $7^m,4$.

Il problema del massimo di durata è complesso; non tutte le condizioni teoriche per raggiungerlo trovano in natura l'applicazione simultanea (novilunio nodale perigeo, Sole apogeo, mezzodì vero locale con Sole e Luna allo zenit, direzione dell'asse del cono ombroso della Luna parallela al moto rotatorio terrestre, ecc.); Du Séjour assegnava per un punto dell'equatore il valore $7^m 58^s$. Il problema è più accuratamente esaminato da Whitmell, che si arresta ad una durata intorno $7^m \, {}^2/_3$.

Ritornando all'eclisse del 1955, questo occupa circa il posto di mezzo della serie degli eclissi solari, che ha origine con un minimo parziale il 14. VI. 1360. L'eclisse, riproducendosi colla legge del Saros, è già annulare il 30. IX. 1540; è annulare totale il 25. XII. 1666, per cominciare ad essere totale il 5. I. 1865; da quella data, in ogni riproduzione del fenomeno, il vertice del cono ombroso della Luna vieppiù si immerge entro alla Terra, per uscirne dalla parte opposta.

L'ultimo eclisse collegato col ciclo sarà un minimo parziale, assai probabilmente verso la metà del secolo XXVI (Cfr.: Oppolzer, *Canone*, ecc.).

E. Millosevich.

D'un taccuino liturgico-astrologico del secolo XV posseduto dall'Osservatorio della R. Università di Bologna

Il curioso taccuino astronomico-liturgico, scritto fuor di dubbio da una mano italiana del primo trentennio del secolo XV, che, sottratto all'obblio in cui giaceva, mi è stato cortesemente fatto conoscere dal prof. Michele Rajna, consta di 23 fogli di sottile e nitida pergamena, assicurati mediante una linguetta centrale ad una specie di « pinza » in ottone, che tutti li stringe tra le sue due pareti tenute aderenti da cinque chiodi ribattuti. All'estremità di questo pezzo di metallo era poi assicurata una linguetta di cuoio (oggi spezzata), che serviva ad appendere alla cintura del possessore il taccuino stesso, una volta che fosse stato introdotto nella sua custodia in cuoio impresso. I fogli di pergamena, che formano il taccuino, misurano tutti mm. 203 × 150. Essi sono accuratamente piegati in tre parti nel senso longitudinale; quindi ripiegati di nuovo sopra sè stessi per la giusta metà: sicchè il taccuino chiuso offre le misure di mm. 110 d'altezza per 53 di larghezza. Due pezzi di membrana più spessa ed ordinaria fanno da coperchio al taccuino.

A cagione del modo con cui fu eseguita la rilegatura, è avvenuto che i fogli del taccuino debbono oggi leggersi in ordine inverso a quello che seguono: vale a dire l'ultimo è il primo e viceversa. Sicchè nel descrivere le varie tavole, ventitrè in tutto, onde la silloge consta, noi cominceremo dall'ultima che deve considerarsi quale la prima. E che così dovessero andare le cose anche nel concetto di chi mise insieme il taccuino, risulta provato dal fatto che certe scritture iniziate sul dorso d'una tavola proseguono spesso sul dorso della successiva nell'ordine da noi indicato.

Che il taccuino sia opera d'un sacerdote, non v'ha dubbio: tutta la parte liturgica sta a farne testimonianza. Ma l'ignoto autore non si è prefisso tuttavia di aggiungere a questa porzione più strettamente corrispondente al suo sacro carattere, una vera e propria trattazione di computo ecclesiastico, secondo le dottrine tradizionali.

Egli ha, si direbbe, voluto mescolare insieme due cose che gli antichi calcolatori inseguavano a mantenere distinte, cioè a dire il Computo « astronomico » o « filosofico », come lo qualificherebbe l'autore

del *Rationale divinorum officiorum*, dal « volgare » o « ecclesiastico » (1). Pur dando difatti parte ragguardevole al secondo, esso non ha voluto rinunziare a poggiare più alto talvolta, ed a delibare materie comprese nell'ardua cerchia del primo.

I competenti in fatto d'astronomia ecclesiastica potranno giudicare assai meglio di noi, che non vantiamo veruna erudizione in argomento, il libretto dell'anonimo chierico del quattrocento. A me è bastato appagare il benevolo desiderio di dotti colleghi, mettendo a loro disposizione la modesta opera mia di trascrittore.

Tavola I. — Essa porta sul dorso a caratteri rossi la rubrica *Benedictio salis et aque;* ed infatti racchiude, innanzi tutto, la *Benedictio aque et salis secundum ordinem romane curie.* Ma, terminata la trascrizione delle giaculatorie e delle formule, con cui debbonsi benedire il sale e l'acqua, si passa ad una *Benedictio navis*, che, interrotta nell'ultima colonna della Tavola I, continua nella prima della Tavola II, dove, dopo una novella benedizione per il varo di una nave *(Alia)*, si ha la *Benedictio agni in resurrectione domini;* la *Benedictio casei vel ovi;* la *Benedictio panis novi;* la *Benedictio panis qui datur populo;* la *Benedictio avene vel fabe;* la *Benedictio ad omnia quecumque volueris.* Dopo di che, parrebbe che non potesse aggiungersi altro! Ma invece troviamo ancora la *Benedictio burdonis et capselle* per i romei ed i pellegrini, la *Benedictio loci;* la *Benedictio sancti habitus*, la *Benedictio* per chi vesta la tonaca, vuoi come frate vuoi come monaca.

Tavola II. — Sul dorso in caratteri rossi: *Alie benedictiones.* E sono quelle di cui or ora s'è toccato.

Tavola III. — Rubrica dorsale: *Quinque Evangelia.* La tavola comprende infatti gli inizi dei Vangeli secondo Giovanni, Matteo, Luca e Marco. Ai quattro brani iniziali ne succede un quinto, cavato da S. Luca (*Fuit in diebus Herodis regis*, etc.).

Tavola IV. — Con questa tavola incomincia il vero e proprio calendario, distinto per mesi. Qui abbiamo *Januarius.* Sul dorso della tavola alcune note di mano d'un postillatore cinquecentista che si tornerà a vedere nella tav. XV. *De variis aspectibus lune cognoscendis.* Le tavole dei mesi sono decorate da spaziose iniziali maiuscole dipinte in rosso ed azzurro.

---

(1) G. Durandi: *Ration, Divinor, Officior*, Venetiis, MDLXXXI, lib. VIII, p. 309 A, Come è ben noto, tutto il libro ottavo del *Rationale* è dedicato al Computo ed al Calendario, « quoniam, sicut ait B. Augustinus..... Sacerdotes comuptum iure teneatur, alioquin vix eius nomen sacerdotis constabit ».

TAVOLA V. — *Februarius.*
TAVOLA VI. — *Marcius.*
TAVOLA VII. — *Aprilis.*
TAVOLA VIII. — *Maius.*
TAVOLA IX. — *Iunius.*
TAVOLA X. — *Iulius.*
TAVOLA XI. — *Augustus.*
TAVOLA XII. — *September.*
TAVOLA XIII. — *October.*
TAVOLA XIV. — *November.*
TAVOLA XV. — *December.*

Sul dorso di questa tavola il possessore del sec. XVI, di cui già facemmo ricordo, ha inscritte alcune annotazioni che insegnano ad utilizzare il Calendario, tenendo conto delle variazioni dei calcoli seguite dopo il tempo, in cui esso era stato compilato (« post emendationem calendarii « sunt retrocedendi dies »). *Initia Signorum*, egli dice tra altro, *sunt posita more antiquorum.*

TAVOLA XVI. — Sul dorso la rubrica *Tabula Dionisii* (Dionigi il piccolo) e al disotto una figura per ritrovare la *Pasca Iudeorum*. Altre figure (*rote*) servono per trovare le Epatte (1) e l'Indizione (2), a partire dall'anno 1433: probabilmente quello in cui il taccuino fu compilato. Nel sec. XVI queste tavole furono riadoperate da un tale che prese per anno di partenza il 1533.

TAVOLA XVII. — Sul dorso la rubrica: *Tabula primationum*; e poscia de' calcoli, accompagnati da figure concernenti le ecclissi del Sole

(1) Nel centro delle due ruote:
« Epate per semper revolvendo rotulam ».
(2) « Indictiones usque in finem seculi revolvendo rotulam cum annis Domini ».
La *Tabula Dionisii* è seguita da una nota in rosso che ne spiega l'uso: « Doctrina « Tabule Dionisii talis est. In primo sciendum quod in Tabula Dionisii sunt 532 littere « et quelibet littera illarum deservit suo anno et videndum est quo modo hoc potest « sciri: videndum est quotus est annus ab incarnacione Domini et postea videndum est « in numeris super scriptis in Tabula quis illorum magis accedat ad numerum annorum « Domini sine excesu et illo iuncto videndum ad primam litteram series sibi supposite, etc. ».
Com'è ben noto, Dionigi, monaco scita, vissuto circa il 540, è l'autore del celebre *Cyclus paschalis* « quinque cyclorum decem novennalium a. 95 constans, qui incipit « ab a. 532, et desinit in a. 626; qui inde celeberrimus est factus, quod relicta antiquo « annos numerandi ratione magis elegerit ab incarnatione D. N. J. Christi annorum « tempora praenotare ». Cfr. HURTER, *Nomenclator literarius Theologiae catholicae*, Oeniponte, 1903, to. I, c. 496.

e della Luna, a partire dall'a. 1416, salendo fino al 1462. Sono « quattro cicli d'ecclissi ».

La Tavola che tratta delle *primationes*, cioè dei novilunî, occupa un'esigua porzione del foglio che le è destinato: il resto è occupato dal *Canon super Kalendarium magistri Petri de Dacia*:

« In hoc primationum circulo sive tabula sunt quatuor cicli, sive « linee continentes quelibet 19 litteras aureum numerum designantes. « Ad sciendum que littera est littera primacionis in quolibet ciclo, sunt « 19 littere aureum numerum designantes, ita quod *A* deservit uno, *B* « binario, *C* ternario, ut patet in linea aureum numerum continentem, « versus sinistram, etc. ».

Pietro di Dacia fu un frate domenicano nato a Wisby, nell'isola di Gottland, sui primi del sec. XIII. Recatosi a studiare a Colonia, vi fu alunno d'Alberto Magno; poi fu a Parigi ad udirvi S. Tommaso. Tornato quindi in patria, morì priore di Wisby circa il 1288. Il Tritemio ne ricorda parecchi scritti astronomici, delle Tavole ed un libro sul Computo. Cfr. FABRICIUS, *Bibl. latina mediae et infimae aetatis*, Florentiae, 1858, to. V, c. 245; HURTER, *Nomencl. liter.*, to. II, c. 436; CHEVALIER, *Répert. des sources histor. du m. a.*, Paris, 1907, v. II, p. 3708.

TAVOLA XVIII. — Sul dorso la rubrica: *Tabula festorum mobilium*: e più figure astronomiche per il ritrovamento delle feste mobili.

La tavola ha una spiegazione che dice:

« Nos intramus tabulam festorum mobilium per aureum numerum « et per litteram dominicalem ipsum aureum numerum proxime subse- « quentem et in linea ipsius littere dominicalis ex transverso, versus « dextram, invenies omnia festa mobilia per ordinem, quibus mensibus et « diebus habeas celebrare. Si vero aureus numerus et littera dominicalis « fuerint in eadem linea per aliam litteram dominicalem proxime sub- « sequentem celebra praedicta festa mobilia vel posses tabulam istam in- « trare per litteram tabularem, sicut patet superius, etc. ».

Colle date sul dorso si arriva dal 1441 al 1462, e queste date ci giovano a stabilire meglio il tempo in cui il taccuino è stato compilato.

TAVOLA XIX. — Sul dorso la rubrica in car. rossi: *Tabula ebdölis* (abbreviazione erronea per *ebdodis = ebdomadis?*) Difatti è la Tavola della ricorrenza della Pasqua e dei giorni in cui questa ed altre feste debbono venir celebrate.

TAVOLA XX. — Sul dorso la rubrica a car. rossi: *Tabula planetarum*. Essa è preceduta da quest'avvertenza:

« Ad cognoscendum quis planetarum regnet in qualibet hora diei et « ecctera *(sic)* ».

Segue l'elenco: *Hore diei (Die Dominica — Die Lune — Die Martis — Die Mercurii — Die Jovis — Die Veneris — Die Saturni — Proprietates planetarum.*

Qui pure, sul dorso, un postillatore contemporaneo ha inserito delle note sopra gli influssi di ciascun pianeta e le sue qualità.

Tavola XXI. — Sul dorso, come sempre, in rosso: *Tabula signorum.* La Tavola è preceduta da una nota che dice così: « Ad cognoscendum « in quo signo sit littera omni die et omni hora diei et minuto ».

Etas lune — Marcius — Aprilis — Junius — Julius — Augustus — September — October — November — December — Januarius — Februarius — Gradus lune.

Sul dorso, di mano differente da quella che ha scritto il taccuino, ma contemporanea, sono inscritte talune note di carattere medicale, fondate sull'autorità di Tolomeo e d'Alfragano.

Tavola XXII. — Sul dorso, in rosso, la rubrica: *Alia Tabula signorum.* Alla tavola è soggiunta una nota illustrativa così concepita:

« Si quolibet die anni in quo signo sit luna scire volueris, intra kalen- « darium cum die mensis in tabula illius mensis in cuius die hoc scire « desideras et in linea tercia a littera dominicali usque sinistram in « omnibus mensibus preter quam in Januario, invenies unam litteram de « litteris alphabeti, quam scilicet litteram tene menti et eandem quere « in presenti tabula signorum sub aureo numero illius anni quem invenies « in capite presentis tabule, etc. ».

Tavola XXIII. — Sul dorso la rubrica in caratteri rossi: *Alia tabula signorum.*

I dodici segni sono inscritti in fronte a tante colonne formate dalle lettere *b o m* ripetute costantemente in varii raggruppamenti: di fronte ad ogni colonna, a destra, sono indicate le occupazioni a cui si può attendere sotto l'influsso di questo o quel segno: *Allactare pueros — Edificium exercere* (sic!: l. *erigere?*). *Adiscere incipere — Balneari — Balneum ducere — Castrari — Cursus Equorum — Disputari — Equus dare pascuis — Emere et vendere* ecc. — La colonna a sinistra è occupata da una nota illustrativa di due versi didattici:

Etatem lunae dupla: post addito quinque,
Quinque signo dabis solis cui cepit origo.

« Nota quod isto modo extrahitur regula ab istis versibus. Primo tu « debes dies lune duplicare, ut puta si luna habet 16 dies dupla illum

« numerum: habebis 32, adde 5 et erunt 37: deinde divide istum nu-
« merum per 5 et cuilibet dabis 5, incipiendo a signo in quo sit sol:
« verbi gratia sol est in medio novembris in sagittario, modo dabis signo
« primum quinarium numeri, quia sunt 7 quinaria; secundum quinarium
« dabis capricorno, 3m aquario, 4m piscibus, 5m arieti, 6m tauro, 7m geminis,
« in quo est luna; ultimus numero, quod quilibet numerus super
« crescens comprehendit sub 12, horis, verbi gratia, numerus superior
« erat 32: illa 2, illa 30 importaut 34 horas. Et scias quod luna stat in
« signo 60 horas ».

Seguono i distici, famosissimi, sopra le quattro complessioni degli nomini:

Colericus — ignis

Irsutus fallax irascens prodigus audax, etc.

Sanguineus aer

Largus amans hylaris ridens rubeique coloris, etc.

Flegmaticus — aqua

Hic sompnolentus piger in sputamine multus, etc.

Melancolicus — terra

Invidus et tristis cupidus dextreque tenacis, etc.

Cfr., su di essi, C. Pascal, *Poesia latina medievale*, Catania, 1907, p. 113 sgg.

Francesco Novati.

LE STELLE NUOVE

Il cielo vive e d'una vita ben più intensa e gagliarda di quella che ci circonda quaggiù: è la vita dei colossi incandescenti, al cui paragone il nostro pianeta è umile e gelido granellino di sabbia.

Nessun corpo celeste fu sempre allo stato in cui lo vediamo oggi: nessuno resterà quale oggi è. Un'evoluzione incessante, un perpetuo divenire governa il cielo, le cui fasi e leggi noi non possiamo che intravvedere, mentre che il riconoscerle fuori dubbio è còmpito dell'umanità futura, giunta che sia ad uno stadio di evoluzione superiore all'attuale. Per questa evoluzione appunto, per questo progresso dell'intelletto umano noi lavoriamo senza tregua. Più disinteressati, ma non meno operosi, della formica, noi accumuliamo grani che serviranno ad altri anzichè a noi medesimi. Dai piccoli fatti isolati che noi andiamo analizzando e

classificando, l'uomo progredito, l'uomo superiore comporrà un giorno la sintesi mirabile dell'Universo. A noi resta in premio la coscienza del sacrifizio, il poter con giusto orgoglio ripetere a noi stessi il

Sic vos non vobis..... di Virgilio.

***

Non la sola coscienza del sacrifizio, del resto. Vi è un'altra gioia per noi, in mezzo alle fatiche dell'osservare e dell'accumular dati di fatto, ed è quella del veder sorgere qua e là un problema nuovo. Quanto più questo è arduo ed insolubile, tanto più ci compiacciamo di meditarvi attorno. Nè questa meditazione è un fantasticare vano, perchè senza fine. No: esso è nobile esercizio che aumenta le facoltà umane. Il giorno che per l'uomo finissero i problemi, cesserebbe ogni possibilità di progresso, e l'umanità precipiterebbe pel ramo discendente della sua parabola!

***

Problemi dunque, e problemi ad ogni passo. Esaminiamone oggi uno di grande attualità, perchè riguarda gli studi tanto cari agli astronomi presenti, gli studi siderali. Che cosa sono le *stelle nuove?* Quando nel secolo XI il monaco di San Gallo, Epidanno, vide brillare in cielo una Nuova, il fatto era senza precedenti. Sembrò portentoso, come la stella dei Magi, e non creò problema scientifico. Ma cinquecento anni dopo, Ticone vide un'altra Nuova, e già il problema astronomico si delineava nella sua mente. Da Ticone a noi il problema è rimasto sempre sul tappeto. Non ci siamo più fermati alle Nuove lucide, ma abbiamo armato l'occhio e scoperte le Nuove telescopiche. In questi ultimi anni poi è venuta a darci il suo validissimo appoggio la fotografia! Non più di secolo in secolo si ripete ormai il fenomeno, ma di anno in anno. Dal principio del XX secolo in qua, vale a dire in dodici anni, abbiam già contate 14 Nuove. Come ognuno intende, non sono già le Nuove cresciute di numero, ma solo son cresciuti i mezzi di scoprirle.

***

Quest'abbondanza riafferma sempre più il problema e lo impone alle nostre menti. D'altra parte essa ci rende scettici di fronte a quella ipotesi tanto semplice ed anzi *semplicistica* dei cataclismi, che fino a pochi anni or sono tutti accettavano. Secondo quella ipotesi, due corpi oscuri, moventisi con grande velocità, verrebbero in collisione. Dall'urto si svilupperebbe, *more solito*, calore e luce, e una stella nuova brillerebbe in

cielo! Benissimo, ma si tratterebbe dunque di un fatto eccezionale. Gli spazi interposti fra i corpi celesti sono tanto maggiori dei corpi stessi, che le collisioni devono presentarcisi come estremamente improbabili. Ora, potremmo noi dire quante altre stelle nuove, oltre le quattordici di cui sopra, giacciano ignorate nelle nostre lastre fotografiche dal 1900 in qua? Se noi pensiamo a queste Nuove ignorate, quante collisioni, quante catastrofi non avverrebbero in cielo tutti i giorni? La natura è meno retta dal caso, e le sue leggi sono più razionali e provvide di quello che taluno pensa e che l'ipotesi dei cataclismi farebbe supporre. Il *crescendo* nelle scoperte delle Nuove è una tacita protesta della cortesissima Natura contro una troppo rozza concezione umana. Come già la geologia, così anche la scienza di Urania sente ormai il bisogno di liberarsi dalla malinconia dei cataclismi!

Prima di fare un'ipotesi è necessario che siano assicurati alla scienza sufficienti dati di fatto. I dati relativi alle stelle nuove non sono molti, è vero, ma già ne abbiamo menzionato uno di qualche peso, e che si potrebbe chiamare *suggestivo:* la frequenza. Guardiamo gli altri, togliendoli, con qualche piccola modificazione dichiarativa, dall'opera molto letta di Agnese Clerke, *Problems in Astrophysics,* pag. 396:

1° Le stelle nuove appaiono sempre nella Via Lattea.

2° Non furono ancora mai constatati nelle stelle nuove, nè parallasse, nè moti proprî [Negli ultimi anni Barnard ha trovato un leggero moto in *Nova Cygni*].

3° Le Nuove si accendono subitamente, e celermente si spengono. Al loro posto non si ritrova dopo pochi mesi che un debole lucore diffuso o una stellina minutissima.

4° Gli spettri delle Nuove mostrano linee geminate. Accanto ad ogni linea lucida si avverte una linea oscura dalla parte del rosso. Paragonando questi spettri con gli spettri d'idrogeno, ottenuti in laboratorio, si nota che lo sdoppiamento nasce o dall'essersi spostate le due componenti, chiara e scura, verso parti opposte, oppure dall'essersi entrambe mosse verso il rosso, ma la linea scura più della chiara.

5° Lo spettro delle Nuove somiglia in principio dell'apparizione a quello della cromosfera solare, in fine a quello delle nebule gassose.

Di questi dati sono di massima importanza il primo ed il quarto. Su quest'ultimo si sono massimamente appoggiati i fautori dell'ipotesi catastrofica, i quali ritennero che uno dei due corpi in collisione, mo-

vendosi verso di noi, desse la riga dalla parte del violetto e l'altro, da noi allontanandosi, la riga verso il rosso. Ma, come abbiam visto, le righe geminate mostrano la componente scura sempre dalla parte del rosso, onde dovremmo ritenere che la stella che si allontana sia sempre quella che ha le righe scure! Basterebbe questa inverosimiglianza per far apparire improbabile che le righe scure e chiare appartengano a due corpi diversi! Ma vedremo più tardi quale sia la vera ragione dello sdoppiamento, e come questo getti una vera luce sulla natura delle Nuove.

***

Venendo all'altro dato interessante, dell'appartenenza delle Nuove alla Galassia, possiamo trarne qualche utile induzione, con l'esaminare altri fatti che la Galassia ci presenta:

1° Le stelle della Galassia, studiate fin qui con lo spettroscopio, risultarono quasi tutte dell'uno o dell'altro dei seguenti tipi:

a) tipo I_b di Vogel, o *eliostelle*, così chiamate perchè il loro spettro mostra, oltre le righe solite dell'idrogeno, anche quelle dell'elio. Le eliostelle abbondano specialmente in Orione.

b) tipo II_b, stelle dette di Wolf-Rayet dai nomi degli astronomi che primi le studiarono. Il loro spettro continuo mostra le righe di Fraunhofer ed alcune linee lucide dell'idrogeno.

Lo spettroscopio dimostra che entrambe queste classi di stelle sono avvolte in potenti atmosfere d'idrogeno e si trovano ad altissime temperature. Esse rappresentano i primi condensamenti della materia nebulare: sono perciò stelle *giovani*. A lato ad esse, che sono la grande maggioranza delle stelle galattiche, si notano molte stelle della classe di Sirio (classe I_a di Vogel), anch'esse di fresca formazione, e qua e là poche stelle rosse (classe III_b) delle quali non si sa se debbano considerarsi stelle ancora più giovani delle precedenti, oppure stelle la cui luce va spegnendosi. Ma la quistione non ha per noi importanza, atteso il loro esiguo numero.

2° Anche le stelle variabili sono in grande copia nella Via Lattea, come ogni dilettante può agevolmente verificare. Su di una carta celeste dell'emisfero nord segnai tutte le variabili registrate nell'*Annuaire des longitudes* del 1909, e ne trovai ben 678 addensate nel semicerchio galattico boreale. Analogo disegno ripetei per il cielo australe, impiegandovi 664 variabili, ed anche qui trovai il maggiore agglomeramento lungo la Galassia.

È nota l'osservazione del Flammarion, nessuna Nuova essere mai apparsa nella Galassia fra l'ora 6 1/2 e la 14 di Ascensione retta, lungo, cioè, il Cane maggiore, la Nave, la Croce del Sud, regione che relativamente alle altre della Via Lattea, è meno ricca di stelle. Orbene, dalle mie carte risulterebbe che anche le variabili obbediscano alla stessa legge, alla stessa lacuna. Fatto *suggestivo* ancor questo. Fra le Nuove e le variabili vi è, dunque, affinità, appartenenza alla stessa famiglia.

3° Largamente rappresentata nella Galassia è anche la materia nebulare, e vi si trova in quello stato gassoso ed incandescente che sembra precedere alla formazione dei globi stellari. Tale stato si rivela all'esame spettroscopico mediante le righe lucide, e differenzia la detta materia da quella delle nebulose extragalattiche. Fra le stelle e le nebule della Via lattea esiste indubbiamente una connessione fisica, come dimostrarono con tutta la desiderabile evidenza le fotografie di questi ultimi anni, specie quelle meravigliose di Roberts, di Barnard, di Max Wolf. Estese catene di stelline galattiche apparvero rilegate da fili nebulari, e lungo il contorno di molte nebule si notò una significante mancanza di stelle, come se queste avessero in qualche modo dovuto far posto a quelle. Guardate ad esempio la fotografia della nebula *Nordamerica*, scoperta dal Wolf e così da lui chiamata per la graziosa rassomiglianza che mostra con la figura dell'America del Nord, e ditemi se può esser dubbio che nebula e stelle prendano ivi parte ad una medesima opera, formativa o dissociativa che sia, e reagiscano l'una sulle altre!

La nebula Nordamerica di M. Wolf.

***

Ma i fautori dell'ipotesi catastrofica scorgono nella Via lattea anche un'altra categoria di oggetti, oltre le sopra mentovate. Sarebbero queste

le nebulose invisibili, e costituirebbero quella *materia oscura* della quale c'è bisogno nella predetta ipotesi per spiegare le conflagrazioni rivelantisi a noi sotto figura di stelle temporanee. Ed ecco come la materia oscura, secondo questi astronomi, ci darebbe contezza di sè nelle epoche ordinarie. Osservando le nebulose della Galassia, come ad esempio quella presso *S. Monocerotis*, quella della cintura d'Orione, quella di *Cassiopeia*, quella prossima a γ *Aquilae*, quella di ξ *Persei*, quella di Deneb (*Nordamerica)*, quella prossima a *74 Cephei*, quella di *52 Cygni*, la *nebula a bòzzolo*, pure nel Cigno, ed altre, noi vediamo che fra le nebule stesse e le stelle vicine è interposto uno spazio vuoto nel quale non figurano stelle. A questi vacui abbiamo già accennato poc'anzi, ritenendoli segni dell'azione reciproca fra stelle e nebule, ma secondo gli astronomi sullodati, essi starebbero invece a dimostrare che dal corpo delle nebulose si sprigiona una sostanza oscura che come velo invisibile si diffonde all'ingiro ed i suoi maggiori effetti di obliterazione si esercitano sulle stelle più vicine. Questa concezione è semplicemente stravagánte. Basta guardare un po' attentamente le fotografie pubblicate dal prof. Wolf nel suo aureo libriccino della « Milchstrasse » per toccare con mano che i canali oscuri attraversanti la Via lattea, ed alla cui estremità si trova quasi sempre una nebula, sono solchi lasciati dalla nebula dietro a sè, nell'avanzarsi, oppure spazî rimasti vuoti in un'anteriore proiezione di stelle e che aspettano di essere riempiti. Questi canali oscuri escono, del resto, per lunghi tratti, fuori della Galassia. Wolf cita i tre canali emananti da β *Tauri* ed attraversanti il cielo per gradi e gradi, nonchè lo spacco fra la nebula di ξ *Persei* e le nebule delle Pleiadi, vera fenditura del corpo stellare, che arriva fino alla costellazione del Triangolo. Perchè non diremo dunque che anche fuori

La nebula a bozzolo.

della Galassia è materia oscura? Anzi, perchè non fantasticheremo che la *parte più scoperta* del cielo sia la Via lattea, mentre tutto il resto sta sotto veli che tolgono la vista delle stelle più deboli? Ma allora non si capirebbe perchè le Nuove dovessero prediligere la Galassia anzichè tutto il cielo rimanente.

Di *materia oscura* di fronte al fenomeno galattico non è proprio il caso di parlare. Dappertutto nebule e stelle di primo condensamento, vale a dire astri che o non han raggiunto ancora il massimo di luce o ne sono appena in possesso. Esaminiamo ora brevemente se l'altra condizione delle supposte catastrofi, quella delle grandi velocità delle masse urtantisi, si regga in piedi.

I lavori di Monck e di Campbell han dimostrato che la velocità dei diversi tipi stellari non differiscono fra loro di gran che. Tutte si aggirano intorno ai 17 chilometri per secondo, onde se una stella sembra muoversi più lentamente di un'altra, vuol dire, in generale, che è più lontana. Questo risultato, preso insieme con l'altro, del Kapteyn, che cioè i minimi moti propri angolari si riscontrano nella Via lattea, ci dimostra che nella Via lattea sono i confini estremi del nostro sistema stellare. Quando una stella, in virtù del movimento suo proprio, sembra lasciare la Via lattea, o intenzionata di abbandonarla, essa si avvicina a noi, cioè si avanza verso il centro del sistema, onde dobbiamo vederla muoversi con velocità angolare crescente, mentre la velocità lineare resta invariata.

Le Nuove son parse far eccezione alla regola, in fatto di velocità lineare, perchè gli sdoppiamenti, accoppiati a forti spostamenti, delle righe del loro spettro, s'interpretavano *sic et simpliciter* col principio di Doppler. Questo conduce infatti, nel caso delle Nuove, a velocità enormi, nientemeno che 700 chilometri al secondo. Ma lo spostamento delle righe non è originato soltanto dalla velocità di traslazione. Anche una fortissima pressione cui si assoggetti un gas incandescente, ne fa variare in tal senso lo spettro. L'osservazione è stata fatta analizzando la luce di una scintilla elettrica che si faceva scoccare sott'acqua. Nel momento della produzione della scintilla le si adunano attorno dei gas incandescenti sotto una pressione di centinaia d'atmosfere: l'analisi spettrale mostra in tal caso una forte escursione delle righe dell'idrogeno verso il rosso. Oltre a ciò, lo straordinario spostarsi delle righe di una stella può nascere anche da circolazione velocissima di materia sopra la foto-

sfera. Il principio di Doppler ci dà allora la velocità della corrente gassosa, e non quella della stella.

Così vediamo che anche il secondo argomento che suole addursi in favore dell'ipotesi catastrofica, la grande velocità, può ritenersi vacillante, poichè non è punto dimostrato che nella Via lattea, prediletta sede delle Nuove, s'incontrino velocità superiori che in altre parti del cielo. Ma quale sarà dunque l'ipotesi più plausibile da sostituire a quella delle collisioni? L'elenco degli oggetti galattici sopra riportato è già abbastanza eloquente. Le Nuove si presentano nella Via lattea a fianco delle variabili, appunto perchè non sono esse stesse altro che delle variabili. Una delle più microscopiche stellucce della Galassia può attraversare un periodo critico che la rende per qualche tempo una stella cospicua ed anzi splendida. La bella stella di Cassiopeia che agli occhi di Tycho Brahe brillò, nel 1573, di splendore pari a quello di Venere, e fu visibile come Venere, di pieno giorno, non è di solito che una stellina di 11ª grandezza, *variabile* per l'estensione di una grandezza, vale a dire può, in certe epoche, raddoppiare la sua poca luce. Al posto dunque della Nuova è rimasta la variabile. Per altre Nuove la variabilità è limitata al solo periodo critico, e fra due di tali periodi possono correre, non secoli, ma millennî.

Il sagace signor Deslandres fece a proposito delle Nuove una interessantissima comunicazione all'Accademia di Francia nel Maggio scorso. « Se s'immagina » egli disse « che la superficie di una Nuova sia ricoperta da uno strato solido, i gas situati nell'interiore, trovandosi a pressione elevatissima, provocheranno di tanto in tanto, nei punti più deboli della crosta, delle rotture, e si faranno ivi strada in getti enormi, come le protuberanze solari. Così avranno origine due correnti gassose incandescenti, l'una di ascesa, l'altra di caduta, che produrranno lo sdoppiamento delle righe spettrali ».

In queste poche parole è riunito quanto di meglio si sia detto fino ad oggi intorno alla natura delle stelle nuove o temporanee. Ma il problema..... resta.

Bucarest, Luglio 1912.

VITTORIO ANESTIN.

NOTA. — La *gioventù* d'una stella consiste nella facoltà di ulteriormente contrarsi, generando calore e luce, facoltà che è tanto maggiore quanto meno la contrazione è avanzata. Le stelle giovani, cioè poco condensate, han quindi molto maggior provvista di energia potenziale, destinata a convertirsi in radiazioni, che le stelle vecchie, nelle quali l'opera della contrazione è al suo termine, onde devono celermente raffreddarsi ed estinguersi.

Segue da ciò che la giovinezza deve durare, negli astri, assai più a lungo della senilità, onde, prendendo una stella a sorte, dev'esser più probabile capitare con una stella giovane, anzichè con una stella vecchia. In altre parole, devono essere in cielo assai più stelle giovani che vecchie. Ciò è pienamente confermato dallo spettroscopio che ci mostra la maggioranza degli spettri appartenere al tipo I. Ma si tratta di una maggioranza *relativa*, nei soli riguardi, cioè, delle stelle visibili. La vera maggioranza, la maggioranza assoluta, è, e non potrebbe non essere, delle stelle estinte. Il caso è analogo a quello che si verifica per gli abitanti della Terra. Tra essi incontriamo certamente più giovani che vecchi, ma il vero *numero dei più* è sempre quello dei morti.

La precedente considerazione ci fa apparire ingiustificato lo scetticismo del nostro Autore circa l'esistenza della materia oscura negli spazî celesti. Noi dobbiamo, al contrario, ritenere che la materia oscura, costituita dalle stelle invisibili, abbondi e prevalga sulla materia lucente e, come questa, di cui è avanzo, si agglomeri lungo la Galassia. Ma non intendiamo punto schierarci per questo fra i partigiani dell'ipotesi catastrofica, giacchè il problema delle stelle nuove è fortunatamente troppo complesso per dare ansa all'illusione di vederci chiaro. *c.*

NOTIZIARIO

Astronomia.

La specola Troubetzkoy a Bergamo. — Chi ascende la bella funicolare testè costrutta a Bergamo da porta S. Alessandro alla chiesa di S. Vigilio, vede a mezza strada, dalla parte di oriente, un cupolino, e capisce che lì c'è una specola astronomica. È questa di proprietà di un illustre patrizio lombardo, il principe Troubetzkoy, valoroso dilettante di astronomia, ed anzi dilettante *hors ligne*, poichè all'amore di Urania accoppia una dote non facile a riscontrarsi nemmeno fra gli astronomi di professione, quella di conoscere la meccanica istrumentale al punto da poter ideare e disegnare i propri istrumenti, e farli eseguire sotto la sua direzione. Quando il principe fu a Parigi, anni sono, e conobbe i celebri

fratelli Henry, questi richiamarono la sua attenzione su di un bello specchio di 10 pollici, costruito dal Secretan, e gli proposero di studiare il modo più semplice e più solido, di farne un telescopio parallattico. Acquistato lo specchio, e tornato a Bergamo, il principe si occupò con ardore del suo problema. Esaminò con occhio di fine conoscitore i diversi modelli di parallattiche, in uso presso i costruttori più rinomati, ma in ognuno di essi trovò degli inconvenienti, tranne forse taluni modelli che raggiungevano bensì la perfezione, ma erano troppo costosi. Frutto dei suoi studî fu una montatura tutta nuova e notevole per semplicità, leggerezza e perfetto equilibrio, che il principe disegnò in tutti i più minuti particolari, affidandone l'esecuzione a due distinti artefici di Milano, il meccanico Guerinoni e l'ottico Saibene. Lo strumento è costruito già da parecchi mesi ed è stato impiantato dal Troubetzkoy in un punto prominente del suo parco, sotto il cupolino del quale dicemmo e che è anche opera sua.

La lunghezza focale del telescopio è di m. 1,53 e la forma è secondo il tipo newtoniano, vale a dire che l'osservatore guarda dall'estremità superiore del tubo, mediante un cannocchialetto acromatico, l'immagine data dal grande specchio e riflessa lateralmente da un prisma. Per le misure da farsi sulle immagini occorreva un micrometro, ed anche questo il principe Troubetzkoy si è fatto da sè, ed in modo inusitato, applicandovi cioè un oculare negativo anzichè un positivo, con che viene ad ottenere un campo visuale molto maggiore di quanto se n'ha nei micrometri soliti. Un'altra novità del micrometro è che vi è il modo di centrare esattamente il crocifilo sull'asse ottico, e di regolare, mediante una vite, il parallelismo dei fili mobili con i fili fissi. L'importanza di un simile organo di rettifica può essere appieno apprezzata da quegli astronomi che disponendo di micrometri imperfetti, nei quali il detto parallelismo non c'è, si vedono nella fastidiosa necessità di calcolare volta per volta l'errore di puntata che da tal difetto si origina.

L'elegante cupolino, del diametro di 3 1/3 metri, ha l'armatura in ferro ed una doppia copertura di *papier maché* e di canevaccio, onde si rivela perfettamente impermeabile dall'acqua. Non si creda però che per averlo il principe si sia rivolto al Cooke o al Grubb o ad altro fornitore di simili apparecchi. No: il cupolino è fatto a Bergamo sui disegni, come tutto il resto, del Troubetzkoy, e costa la metà della metà di quanto sarebbe occorso per farlo venire da York o da Dublino. Questo è uno dei tanti vantaggi che derivano ad una specola dalla competenza istrumentale del suo direttore: il poter ottenere il migliore equipaggiamento e le più efficaci risorse con la minima spesa.

Quando visitai, giorni fa, la specola Troubetzkoy, trovai il principe occupato a staccare dal bello e leggerissimo (ma pur straordinariamente rigido) tubo di alluminio, lo specchio di Secretan. Postolo sopra un tavolo, mi fece osservare talune piccole avarie sofferte dall'argentatura in seguito alla forte umidità di questa stagione. " Non ce ne sarebbe stretto bisogno, soggiunse, ma pure è meglio riargentarlo ". In questa operazione il Troubetzkoy è espertissimo, e possiede da maestro così il processo Brashear come quello del Foucault. Con l'assistenza di un bravo farmacista bergamasco, il dott. Pandini, la nuova argentatura dello specchio fu fatta in un paio d'ore. Questa fu una nuova ragione per cui trovai da vivamente congratularmi col Troubetzkoy, augurandogli imitatori e discepoli fra i giovani astronomi d'Italia. Non basta infatti che dietro il suo esempio si

pensi a rimettere in onore nelle nostre specole gli strumenti catottrici accanto ai diottrici: è anche necessario che si apprenda l'arte di conservar agli specchi un grado costante di luminosità.

Quali e quanti bei lavori non potrà fare l'egregio principe, nostro ben amato consocio, col suo così comodo e vorrei dire così *docile* telescopio? Già egli pensa ad impiegarlo, e lo farà senza dubbio col miglior successo, nella fotografia celeste. Gli occorre perciò un motorino elettrico che egli ha già ideato, proponendosi e risolvendo da pari suo un problema tutt'altro che facile, quello di adattare allo scopo un motore di commercio! Anche per questo riguardo avremo tra breve da far tesoro delle esperienze geniali della specola bergamasca.

Ingegnoso è poi il metodo che il Troubetzkoy impiega per la determinazione del tempo. Si sa che per i lavori, quasi tutti, di una specola, ed intendiamo quelli d'indole prettamente astronomica, basta conoscere lo stato dell'orologio entro il secondo. Ora, il principe ha costruito una meridiana che gli dà il mezzodì appunto entro il secondo. In un castellino di legno impostato a pochi passi dalla cupola, pende un filo sospeso a due punti e tenuto teso da un piombino, in modo da costituire nello spazio un angolo piano e verticale. Mediante una vite che governa un piccolo sistema di richiami laterali, il piano dei fili può portarsi in qualunque azimut, cosicchè di notte, illuminando i fili con una lanterna, l'osservatore può disporli nel verticale della polare, quando questa passa per il meridiano. Determinato così il meridiano una volta per tutte — giacchè il piombino vien sempre centrato sopra lo stesso punto marcato nel terreno, ed una mira meridiana, corrispondente a tal punto, vien tracciata su di un muro lontano — si aspetta il mezzogiorno vero, guardando con un oculare colorato entro uno specchietto ove si riflettono i fili ed il Sole. Si sposta lo specchietto in modo che le immagini dei due fili si sovrappongano. Allora l'osservatore è in meridiano e non ha che da prendere il primo ed il secondo contatto del Sole con il filo, e farne la media, per avere il mezzogiorno vero.

La meridiana Troubetzkoy che è anche la più economica di tutte (ed anzi non costa nulla) potrebbe essere, secondo noi, con gran profitto introdotta negli Osservatorî sismici, specie in quelli, e sono i più, nei quali non c'è idea di strumenti di passaggi. Di quando in quando chi fa il tempo a questo modo può procurarsi un controllo col farsi telefonare l'ora da qualche Osservatorio astronomico che può esser lontano anche centinaia di chilometri. Basta che egli applichi la differenza di longitudine e tenga conto del tempo di corrente.

In conclusione, l'impianto astronomico del principe Troubetzkoy, tuttochè piccolo e modesto, merita di essere segnalato all'attenzione dei dilettanti e degli astronomi, ed è da far voti che l'esempio dell'egregio Uomo ed i lumi della sua singolare dottrina e capacità inventiva, possano ridondare a vantaggio dell'Astronomia italiana.

c.

***

Un errore di stampa nella "Rivista" (da lettera del prof. Angelitti al dottor Cerulli). — Nella mia Nota *Sugli accenni danteschi, ecc.* è occorso un errore, per dir così, fortunato. A pag. 578 (fascicolo di Agosto 1912), linea 8, è stato stampato *astri* in luogo di *altri*. *Astri* dà anche un senso giusto, anzi è la parola che un astronomo moderno più volentieri si aspetterebbe; ma deve dire

altri, e si riferisce a *cieli*. È necessario che si additi la correzione perchè io mi son fatto lecito in passato (ed anche in quella Nota) di additare qualche variante di lezione, perchè coloro che curano l'edizione critica del *Convivio* ne tengano conto, permettendolo i codici; e per tali proposte qualche letterato mi gridò la croce addosso, come se avessi commesso un delitto di lesa maestà. Non vorrei che credessero che io proponga di leggere *astri* in luogo di *altri*, nel passo dantesco riferito. L'errore tuttavia è stato fortunato perchè mi ha condotto ad una curiosità astronomica. Consultando le concordanze dantesche, ho trovato che Dante adopera la parola *astro* una volta sola in *Par.* XV, 20, il che è meraviglioso specialmente se si considera il gran numero di volte che adopera la parola *stella*. Nelle opere latine adopera la parola *astrum* 4 volte ed adopera anche una volta la parola *astronomi*. Sulla statistica delle volte che sono adoperate le voci interessanti la nostra scienza manderò forse alla " Rivista „ una Noterella di curiosità. *Suo dev.* ANGELITTI.

Meteorologia.

L'Areobarografo dell'Osservatorio astronomico di Padova. — Con questo titolo il prof. Lorenzoni e il dott. Fabris hanno pubblicato negli " Atti del R. Istituto Veneto di S. L. ed A. (Tomo LXXI, Parte II) una Nota concernente un interessante e raro istrumento di meteorologia. È questo un barometro a mercurio, la cui canna, anzichè essere fissa rispetto alla vaschetta in cui sbocca, fa parte di un sistema galleggiante sul mercurio della vaschetta stessa, e questo sistema ha forma e disposizione tali che al mutare della pressione atmosferica subisce nel senso verticale spostamenti che stanno in un rapporto teoricamente costante e grande ad arbitrio con le avvenute variazioni della pressione. Uno strumento di questo genere fu ideato nel 1860 dal Padre Cecchi delle S. P. (1) e collocato nella Loggia dell'Orgagna a Firenze, per incarico del Ministro della Pubblica Istruzione in Toscana di allora, combinandolo con semplice meccanismo atto a trasformare il movimento verticale del sistema galleggiante nel moto rotatorio di un indice sopra un grande quadrante, al fine di rendere le indicazioni ben chiare e visibili al pubblico da considerevole distanza.

Nel 1887 il Consiglio Comunale di Padova voleva con lo stesso fine esporre in pubblico luogo alcuni strumenti meteorologici registratori e in quella occasione il prof. Lorenzoni, richiesto del suo avviso circa un opportuno barografo, fece per proprio studio costruire nell'officina dell'Osservatorio lo strumento di cui è parola nella nota citata in principio, fondato sugli stessi principî dello strumento del Cecchi e munito di una penna atta a registrare direttamente inalterato il movimento verticale del galleggiante, come suggeriva il Cecchi stesso.

Più tardi, cioè nel 1906, il P. Alfani (2), Direttore dell'Osservatorio Xime-

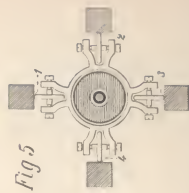
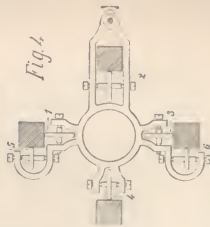
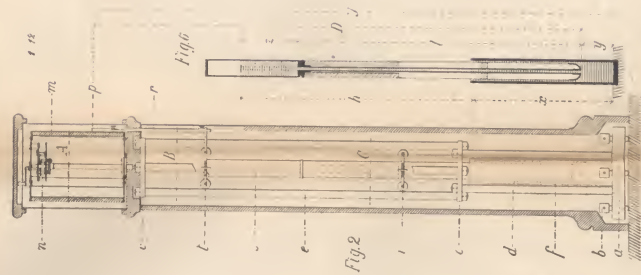
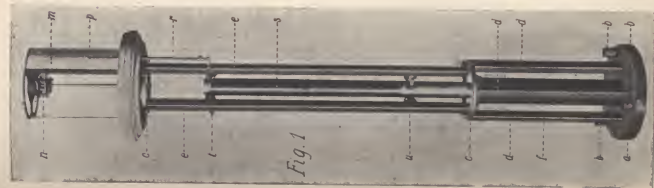
---

(1) Cfr. *Il Barometro areometrico a bilancia della Loggia dell'Orgagna in Firenze.* Relazione del Padre prof. FILIPPO CECCHI delle Scuole Pie e *Teoria analitica elementare dei Barometri areometrici a mercurio* per GIOVANNI ANTONELLI D. S. P. (Estratto dal *Nuovo Cimento*, Tomo XVI, Pisa, 1863).

(2) Cfr. P. GUIDO ALFANI d. S. P.: *L'Osservatorio Ximeniano e il suo materiale scientifico.* — I. Sezione meteorica (Pubbl. N. 105 dell'Osservatorio Ximeniano. Estratto dalla *Rivista di Fisica, Matematica e Scienze Naturali*, Pavia, anno XI. Settembre 1910, N. 129).

Fig. 1

Fig.2
Fig.6

Fig.3
Fig.4
Fig.5

niano in Firenze fece costruire, pure egli, un areobarometro reso grafico a indicazione molto ingrandita per via meccanica.

La singolarità dello strumento, ma più ancora la utilità che se ne può trarre nello studio particolareggiato delle rapide e forti variazioni barometriche che avvengono, per es., durante i temporali, mi inducono a riassumere dalla Nota citata la descrizione di quello dell'Osservatorio di Padova, a riportarne la teoria elementare semplice ed elegante ivi datane e a riferire in fine il risultato a cui la discussione istituita dal dott. Fabris sopra gli elementi forniti da 20 anni di registrazioni ha condotto per il valore numerico del rapporto (non costante, in contrapposto alla semplice teoria elementare) fra il movimento verticale del sistema galleggiante e la variazione di pressione barometrica che ne è la cagione.

Le figure 1 e 2 rappresentano lo strumento visto da due direzioni ruotate l'una rispetto all'altra di 45°. Una rigida armatura di ferro è costituita dalla piattaforma *a*, appoggiata al pavimento sulle punte delle tre viti di livello *b*, dalle quattro sbarre *d* che sorgono da essa ai quattro vertici di un quadrato, da un primo anello *c* fissato alle estremità superiori di esse, dalle quattro sbarre *e* che sorgono da questo anello ai quattro vertici di un quadrato girato di 45° rispetto al primo e finalmente da un secondo anello *c* fissato alle estremità superiori delle sbarre *e*. Questa robusta armatura porta il grosso disco di legno che vedesi intero nella fig. 1 e in sezione nella fig. 2 al disopra del secondo anello *c*. Sopra il disco sta un cilindro *m* coperto di carta, il quale ruota intorno al proprio asse verticale per effetto di un movimento di orologeria *n* e sul quale vengono registrate le variazioni di pressione della penna *p* portata dall'asticella *r*, la quale attraversa il suddetto disco di legno e riceve il suo moto di ascesa e discesa dall'areobarometro *s*. Come si vede nella fig. 3, che è una sezione orizzontale dello strumento secondo la linea A della fig. 2, il guscio cilindrico di legno sul quale viene fissata la carta è composto di tre parti fra loro eguali che si possono levare e rimettere a volontà; sopra ognuna di esse viene fissato un foglio di carta alto cm. 28 e largo cm. 24 (non compresi i margini ripiegati verso l'interno), che serve per le registrazioni di due giorni, compiendo il cilindro un giro completo in sei giorni. Ogni due giorni alle 9^h si cambia il foglio di una sezione, mentre la penna, che traccia la curva barografica, è arrivata a metà del foglio precedente; in questa maniera resta sempre visibile sullo strumento la curva descritta in non più di cinque giorni e in non meno di tre precedenti l'istante in cui si guarda. Appena cambiato il foglio, si fa ruotare rapidamente il cilindro lasciando la penna a contatto della carta, per modo da far descrivere ad essa, per tutta la larghezza del foglio, una linea orizzontale, dalla quale saranno poi da contare le ordinate della curva barografica. Nella fig. 1 si vede una sola (*m*) delle tre parti della parete del tamburo portante la carta, le altre due essendo state tolte; della stessa parete si vede nella fig. 2 la sezione fatta con un piano passante per l'asse di rotazione. Nella stessa fig. 2 (se ne osservi il contorno apparente) sono inoltre rappresentati, pure in sezione, una colonna in legno cava che dal pavimento sale all'altezza del secondo anello *c* sotto il grosso disco di legno che le fa da capitello, un cilindro cavo di vetro appoggiato su questo e il suo coperchio in legno: queste parti servono di protezione allo strumento.

Fra i quattro pilastrini *d* è collocata sulla piattaforma *a* la vaschetta cilindrica di ghisa *f* contenente mercurio, nel quale pesca galleggiando l'areobarometro *s*. Anche questo ha esternamente forma cilindrica e in sezione fatta con un piano contenente l'asse si presenta come la fig. 6 (accanto alla fig. 2). In questa il tratteggio orizzontale rappresenta il mercurio che riempie, come vedesi, oltre la vaschetta, la canna barometrica lunga e sottile e parte della camera barometrica molto più larga della canna, fissata superiormente a questa e cavata entro un blocco di acciaio dolce a mezzo del tornio con la massima cura, così da rendere la forma interna di detta camera quanto più possibile eguale a quella di un cilindro retto. Il galleggiamento del barometro è ottenuto mediante un manicotto che ha la forma di un bicchiere stretto e lungo, la cui parete è formata da lamierino d'acciaio, mantenuto in forma cilindrica da ingrossamenti interni, e il cui fondo, foggiato ad emisfero, è forato al centro, ove si unisce rigidamente al bordo inferiore della canna barometrica, che può così sboccare nel mercurio della vaschetta. A completare la forma cilindrica esterna dell'areobarometro, la canna barometrica, tra l'orlo superiore del manicotto e la base inferiore della camera barometrica, è rivestita di legno che ha la stessa forma e lo stesso diametro esterno del manicotto e della detta camera.

Per mantenere verticale il sistema galleggiante e per impedirgli di ruotare intorno all'asse, esso è abbracciato alla base superiore della camera barometrica e all'estremità superiore del manicotto da due anelli *t* e *u*, i quali portano l'uno 6, l'altro 4 piccole ruote nel modo indicato dalle figure 4 e 5, che si suppongono ottenute facendo due sezioni orizzontali B e C (fig. 2) dello strumento e proiettando sopra ciascuno dei due piani di sezione ciò che si vede al disotto di esso. Le ruote scorrono lungo le facce verticali levigate delle sbarre *e* all'alzarsi o all'abbassarsi dell'areobarometro ed hanno tra loro tali distanze che mai due opposte di esse toccano contemporaneamente le dette sbarre, pur restando a queste sempre vicinissime, e perciò la resistenza opposta alla salita o alla discesa dall'attrito volvente delle rotelle, è ridotta al minimo e può considerarsi come praticamente nulla.

È facile capire come funziona lo strumento. Le sue dimensioni sono scelte in modo che per ogni pressione atmosferica che si può presentare nella stazione di osservazione l'areobarometro trova una posizione di equilibrio stabile; in particolare il manicotto di lamierino d'acciaio ha per questo scopo diametro esterno maggiore del diametro interno della camera barometrica. Ciò posto sia l'areobarometro in equilibrio e avvenga un aumento della pressione atmosferica; una certa quantità di mercurio passa dalla vaschetta nella camera barometrica, la spinta idrostatica diminuisce per l'abbassamento del livello del mercurio nella vaschetta, aumenta invece il peso dell'areobarometro e questo scende fino a che l'equilibrio viene ristabilito. L'inverso avviene se la pressione diminuisce.

La teoria idrostatica dei barometri areometrici fu già formulata dal P. Antonelli quando il P. Cecchi costruì il primo modello, ed essa è ricordata dal P. Alfani nella Nota già citata: il prof. Lorenzoni ne dà la seguente semplice esposizione.

Nella fig. 6 indichi:

h) l'altezza della colonna barometrica, cioè la differenza di livello tra il mercurio contenuto nella camera barometrica e il mercurio della vaschetta;

x) l'altezza sul fondo della vaschetta del mercurio in questa contenuto;

y) la distanza dell'orifizio inferiore della canna barometrica dal fondo della vaschetta;

l) la distanza invariabile dell'orifizio stesso dalla base inferiore interna della camera barometrica;

z) l'altezza del mercurio nell'interno della camera stessa;

R_1) il raggio interno della vaschetta;

R) il raggio esterno del manicotto che va ad immergersi nel mercurio della vaschetta;

r) il raggio interno della canna barometrica;

R_2) il raggio interno della camera barometrica;

μ) il peso specifico del mercurio;

P) il peso di tutta la parte solida galleggiante.

Fra le quantità così definite è facile stabilire le seguenti equazioni di condizione:

a) Equazione di condizione per le altezze:

$$x - y + h = l + z \qquad \text{I}$$

b) Equazione di condizione per i volumi:

$$\pi R_1^2 y + \pi (R_1^2 - R^2)(x - y) + \pi R_2^2 z + \pi r^2 l = \text{costante}$$

ovvero:

$$R_1^2 x - R^2(x - y) + R_2^2 z + r^2 l = \text{costante} \qquad \text{II}$$

c) Equazione di condizione dell'equilibrio idrostatico:

$$\mu\pi (R^2 - r^2)(x - y) = P + \mu\pi (R_2^2 - r^2) z + \mu\pi r^2 h$$

ovvero:

$$R^2 (x - y) - R_2^2 z - r^2 (x - y + h - z) = \text{costante} \qquad \text{III}$$

Sommando la II con la III e avendo riguardo alla I risulta:

$$R_1^2 x = \text{costante} \qquad \text{IV}$$

cioè: *l'altezza del mercurio nella vaschetta non varia mentre variano h, y e z.*

Allora la III si riduce a:

$$y = -\frac{R_2^2}{R^2} z + \text{costante}$$

e posto che sia z_0 il valore corrispondente a y_0, si ha:

$$y - y_0 = -\frac{R_2^2}{R^2}(z - z_0) \qquad \text{V}$$

vale a dire: *il movimento di ascesa o di discesa dell'areobarometro sta in rapporto costante col movimento di discesa o di ascesa del livello del mercurio nell'interno della camera barometrica.*

Dalla I con riguardo alla IV si ha:

$$z - z^0 = h - h^0 - (y - y_0)$$

e perciò la V passa nell'altra:

$$y - y_0 = - \frac{R_1^2}{R^2 - R_1^2} (h - h_0) \qquad \text{VI}$$

cioè: *l'alzamento e l'abbassamento dell'areobarografo stanno rispettivamente in rapporto costante con l'abbassamento e con l'alzamento della colonna barometrica.*

Nell'areobarografo di Padova, essendo:

$$R = \text{mm. } 26{,}91 \text{ ed } R_1 = \text{mm. } 25{,}00$$

il rapporto:

$$K = \frac{R_1^2}{R^2 - R_1^2} = - \frac{y - y_0}{h - h_0}$$

dovrebbe avere il valore costante:

$$K = 6{,}310.$$

Il risultato teorico non è però esattamente verificato dall'esperienza.

Già una ricerca preliminare istituita dal prof. Lorenzoni sopra le curve del decennio 1893-1902 lo aveva condotto al risultato inatteso che il numero K era più piccolo del calcolato e diminuiva al crescere della pressione atmosferica. Il dott. Fabris ebbe dal prof. Lorenzoni l'incarico di ricercare la legge di variazione del coefficiente K, prendendo in esame le curve barografiche dell'intero ventennio 1889-1908, e del risultato ottenuto egli dà relazione nella seconda parte della nota già citata. Questo risultato si fonda sulla discussione di 170 valori di K ottenuti scegliendo tra le curve barografiche quelle che mostravano variazioni di pressione piuttosto forti ma regolari, prendendo di ognuna di queste curve un intervallo avente per estremi due punti corrispondenti a due delle ordinarie osservazioni meteorologiche (ore 9, 15 e 21), e facendo il rapporto tra la differenza Δy delle due ordinate della curva agli estremi dell'intervallo scelto e la corrispondente variazione Δh dell'altezza barometrica osservata al barometro normale. La discussione di questi valori conduce il Fabris a concludere che il coefficiente K nel ventennio 1889-1908 e nell'intervallo tra le due estreme altezze barometriche considerate (735^{mm}, 773^{mm}) è esprimibile con la formula empirica:

$$K = 6.146 - 0{,}0532\,(\tau - 1889.0) - 0{,}0852\,(h - 754.0) - 0{,}00447\,(h - 754.0)^2$$

in cui τ rappresenta il tempo espresso per l'anno corrente e sue frazioni, e h l'altezza barometrica in millimetri. Ciò dimostra che il coefficiente K non solo diminuisce al crescere della pressione, ma va diminuendo altresì col tempo in modo continuo e pressochè uniforme.

Il divario tra il risultato teorico e quello sperimentale può attribuirsi a varie cause, tra le quali: resistenze di attrito nei movimenti del mercurio, inesattezze nella forma cilindrica della camera barometrica o del manicotto di galleggiamento, formazione di scorie di ossido di mercurio sulle superficie libere di questo e a contatto con le pareti della camera e del manicotto, ed in fine, causa più probabile, a mio parere, delle precedenti, esistenza e leggero aumento col tempo di piccole tracce di gas o vapori nella camera barometrica.

G. Silva.

Geodinamica.

Ancora i terremoti del 1908. — Dal chiar.mo consocio prof. Palazzo, Direttore del R. Ufficio centrale di Meteorologia e Geodinamica, riceviamo la seguente comunicazione, che per debito d'imparzialità ben volentieri pubblichiamo.

Illustre signor Direttore della « Rivista »,

Dopo la pubblicazione del dottor Agamennone, intitolata « Notizie sui terremoti osservati in Italia nell'anno 1908 », apparsa nel N. 8 del corrente anno della « Rivista Astronomica », nella quale si critica aspramente il lavoro del dottor Giuseppe Martinelli (« Notizie sui terremoti osservati in Italia nel 1908 », *App. Boll. Soc. Sism. ital*, vol. XV), questi, che con mia soddisfazione è a capo del Servizio sismico in questo R. Ufficio Centrale geodinamico, aveva il diritto di giustificazione e difesa, che formula nell'Articolo che Le invio con preghiera di pubblicare, affinchè il lettore possa debitamente e serenamente giudicare, il che non avrebbe potuto fare sulla sola lettura dello scritto del dottor Agamennone, specialmente per la forma non in ogni parte serena nella quale appare dettato.

La ringrazio distintamente.

Roma, 15 settembre 1912.

Suo devot.mo: Luigi Palazzo.

Nel fascicolo N. 8 (1912), di questa " Rivista ", è apparsa (pag. 608) una indiretta recensione della mia pubblicazione " Notizie sui terremoti osservati in Italia durante l'anno 1908 ". Nell'articolo, e specialmente in una serie di note a pie' di pagina, l'A. critica severamente il mio lavoro, e prima di accennare a fatti concreti formula un giudizio generale riguardante " errori ed imperfezioni ", giudizio che può disporre il lettore sfavorevolmente e non giustamente, e per di più azzarda qualche frase che esce dal campo sereno della scienza e rivela uno spirito almeno momentaneamente, appassionato.

Voglio concedere al recensionista che nelle 645 pagine del mio volume esistano sviste ed inesattezze, che egli non indica, ma, pure concedendo questo, sento di potere affermare altamente la mia convinzione che l'opera rimanga buona, utile, pregevole. E tale convinzione, che potrebbe sembrare fondata sopra una fatua stima di me stesso, fondo invece sulla coscienza di avere portato in quel lavoro la sufficiente coltura, la più onesta e scrupolosa diligenza (non dissimile da quella che nel passato usai nelle mie ricerche di fisica sperimentale e che mi fu riconosciuta dai miei maestri), di avervi dedicato, solo, senza alcuno aiuto, neanche di amanuense, lunghi mesi di lavoro; fondo quella convinzione sul fatto che questo e i due precedenti volumi (1906-1907) inviati a tutti gli Istituti scientifici, ai direttori degli Osservatorî geodinamici ed infine al *Bureau Centrale* di Strasburgo, che se ne è servito per i suoi cataloghi, non hanno sollevato la più lieve critica; fondo quella convinzione nella fiducia sempre inalterabilmente mantenutami dal prof. Palazzo, direttore dell'Ufficio; la fondo infine sulla natura stessa del nostro Notiziario.

Il Notiziario sismico, pure non essendo, almeno da quando fu affidato al mio predecessore prof. Monti ed a me, un semplice lavoro di compilazione, non vuole e non può essere un repertorio infallibile di dati; a niuno verrà in mente paragonarlo a tavole logaritmiche, a tavole di costanti fisiche, a cataloghi di stelle. Se ciò dovesse essere, il lavoro verrebbe affidato non ad una, ma a più persone; si stabilirebbe una serie di controlli; in una parola si farebbe ciò che si è soliti fare ogni volta che si tratti di repertorî numerici fondamentali.

È così che respingo e credo di eliminare tutte le osservazioni non benevoli di carattere generico e tendenti a gettare il discredito sulla mia opera.

Restano altri appunti più determinati, che il recensionista fa, e sui quali si può discutere, mentre le asserzioni di carattere non definito e ad un tempo sfavorevoli, indispongono e non illuminano.

Questo secondo genere di osservazioni si riducono a tre.

I. — Sopra 460 scosse avvertite dall'uomo e riportate nel Notiziario, il recensionista vuole escluderne *dieci*, da me considerate, egli dice, come premonitorie o repliche, e che egli vorrebbe identificare con altre. La decisione di siffatte questioni dipende spesso da un apprezzamento personale di chi compie il lavoro, e chi obbietta, ha il dovere di discutere caso per caso e non sostituire la propria asserzione a quella dell'altro. Ad ogni passo sorgono, nel fare il Notiziario, simili casi, ed è il buon senso che guida nella decisione. Ad ogni modo, in forma corretta, discutiamone se egli lo vuole.

II. — Il recensionista mi accusa, di essermi ritenuto in diritto di omettere nel Notiziario molti microsismi (istrumentali) indicati da alcuni Osservatori. Anche qui ripeto ciò che sopra ho detto per le scosse intese dall'uomo. Qualche omissione involontaria può esservi: io non mi ritengo infallibile; ma in generale l'accettazione di certe registrazioni di Osservatori secondari, è questione di apprezzamento, e se le ho escluse, sostengo che doveva così farsi; simili esclusioni sono numerosissime anche nei Notiziari fatti dai miei predecessori, ed io le ho limitate a quelle, che mi sono sembrate assolutamente inaccettabili, o per il loro carattere, o per la fonte a cui avrei dovuto prenderle. L'essermi creduto in diritto di escluderle, vuol dire che le ho discusse.

Altrettanto dico per i microsismi dell'Osservatorio di Mileto, la cui esclusione non implica biasimo al solerte direttore di quell'Osservatorio, ma fu ispirata, ed in ciò a suo tempo convenne con me il Direttore dell'Ufficio prof. Palazzo, dallo scopo di non ingombrare il Notiziario con una serie di dati imprecisi, per necessità di cose, dal punto di vista orario, e che, a nostro giudizio, più che scosse distinte, rappresentavano uno stato di convulsione continua della regione calabra.

In caso analogo il prof. Riccò, ben sapendo come il volere in simili periodi sismici identificare sulle curve sismografiche le varie scosse sia opera vana ed artificiosa, preferì, nell'analisi dei sismogrammi del 29 aprile 1908 (inizio di un periodo sismico-eruttivo dell'Etna), alla identificazione di singole scosse una dettagliata descrizione dell'andamento della curva, descrizione che noi pubblicammo integralmente.

III. — Un ultimo appunto si riferisce alla accettazione nel Notiziario di circa cinquanta registrazioni dell'Osservatorio Ximeniano. Il recensionista chiama quelle registrazioni *telesismi immaginari*. A parte che non sempre le registrazioni dei pendoli orizzontali a forte ingrandimento sono telesismi, la questione è vecchia. L'autore della recensione, quando compilava il Notiziario, escludeva quelle registrazioni. Non discuto la sua opera, ma io ho invece creduto accettarle. Più volte, non ricordo se nel Notiziario del 1908 o dei precedenti, ho trovato la coincidenza fra le registrazioni del solo Ximeniano in Italia e quelle di Osservatori esteri. Non so perchè i dati dell'Osservatorio Ximeniano non possano riscuotere la medesima fiducia che quella di altri grandi Osservatori. L'Osservatorio è ricco di numerosi e buoni istrumenti ed i dati sono pubblicati sotto la

responsabilità del Direttore prof. Alfani, docente di Sismologia all'Istituto Superiore di Firenze, e della cui competenza in sismologia non voglio io discutere col recensionista, solo chiedendo si riconosca all'Alfani una indubbia pratica nell'esaminare sismogrammi; tale concessione fatta all'Alfani è a me sufficiente per non respingere troppo leggermente i dati dello Ximeniano. Fra gli Osservatori esteri importanti, quello di Jena, ad esempio, ha numerose registrazioni, delle quali molte sono senza riscontro in altri Osservatori, e pure niuno oserebbe di tacciare di immaginarie le notizie di quell'Osservatorio.

A mio parere le osservazioni in questione dello Ximeniano devono trovare posto nel nostro Notiziario, e sino che questo sarà a me affidato, non mi crederò autorizzato a respingerle.

So di averne io stesso escluse alcune, ma ciò appunto per quello spirito critico che informa tutto il mio lavoro, e se sarà opportuno, niuna difficoltà avrò per discutere i singoli casi.

***

Queste osservazioni, che tendono solo ad affermare la serietà scientifica del mio lavoro posta in dubbio dal recensionista, sottopongo al giudizio degli studiosi, e sopratutto di coloro che sono i maestri della Fisica terrestre; giudichino essi l'opera mia e quella della Sezione geodinamica del nostro Ufficio, alla cui direzione la fiducia del nostro Direttore da ben quattro anni mi mantiene.

Roma, 17 agosto 1912.

Dott. Giuseppe Martinelli,
Capo della Sez. Geod. al R. Uff. Centr. di Meteor. e Geod.

Il disastroso terremoto nel bacino occidentale del Mar di Marmara. — Nel n. 6 di questa Rivista (giugno 1912) avevo scritto che nella maggior parte delle provincie turche, tanto europee quanto asiatiche, i fenomeni sismici mostrano una sorprendente attività ed assai spesso sono causa di terribili disastri (1). A soli due mesi di distanza, una conferma del mio asserto si è avuta il 9 agosto passato, allorchè un orribile tremuoto ha gettato la rovina e la costernazione su estese contrade che circondano lo stretto dei Dardanelli ed il Mar di Marmara. Ai danni enormi prodotti dal tremendo flagello tellurico si sono aggiunti in molti luoghi anche gli orrori degli incendi provocati dal rovesciamento di lampade, ciò che ha contribuito ad accrescere il numero delle vittime. Si tratta d'un cataclisma che per la quantità degli edifici distrutti o danneggiati e dei morti e dei feriti, supera probabilmente tutti i terremoti storici della Turchia ed a petto del quale passa in 2ª e magari in 3ª linea quello pure violentissimo risentito nel luglio 1894 a Costantinopoli col centro forse nel vicino golfo d'Ismid.

I giornali politici nostrani non hanno mancato dal riportare numerose notizie, e tutti abbiamo potuto formarci un'idea della vastità del recente disastro che ha colpito così gravemente la Turchia, quasi che non bastassero le tribolazioni dell'attuale guerra. Però, dati sicuri e ben vagliati ancora non si conoscono, ed è per questo che io ritengo utile di riassumere le notizie che si riferiscono alla

(1) G. Agamennone. *Il servizio sismico in Grecia, nei Balcani e nell'Impero Ottomano.* Anno VI, 1912, pag. 476.

città di *Dardanelli*, certamente non troppo lontana dall'epicentro, quali sono state date da un testimonio oculare e riportate dal giornale di Smirne " La Réforme " del 13 agosto: La scossa avvenne intorno alle 3h 1/2 (t. m. Eur. Or.) ed ebbe una durata d'almeno 30 secondi, prima crescendo, poi decrescendo. Molte case in pietra crollarono interamente, altre solo in parte, e tutte le strade rimasero ingombre di materiali caduti. Un particolare interessante fu che gli edifici sul litorale ebbero danneggiata la facciata rivolta al mare, mentre quella posteriore rimase intatta; ed altre case conservarono immuni i muri esteriori, mentre il loro interno sprofondò completamente. Su tutta poi la banchina che s'estende dal Consolato austriaco a quello inglese, la terra si aprì, qua e là, e lasciò sgorgare acqua calda per un tempo abbastanza lungo. I bastimenti ancorati nel porto furono fortemente scossi, e così pure la stessa corazzata turca "Barbarossa ", il cui comandante credette sulle prime allo scoppio di una torpedine o di qualche bomba italiana piovuta dal cielo!

Utilizzando molte altre notizie contenute nel predetto giornale di Smirne e quelle riportate in varie volte dal giornale " La Tribuna ", il solo che io abbia potuto finora consultare, mi sono sforzato di ricostruire approssimativamente il fenomeno, nonostante il ristretto numero dei dati a mia disposizione e l'indeterminatezza di molti tra essi, specialmente per la storpiatura dei nomi delle località, alcune delle quali non è stato possibile nemmeno identificare. Sembra che siano rimaste più o meno devastate non solo le città ed i villaggi lungo lo stretto dei Dardanelli, ma tutti i centri abitati che circondano il Mar di Marmara, sicchè si ha da fare con una *zona rovinosa* di notevolissime dimensioni. Se si pensi che gravi danni si sono verificati nell'isola d'*Imbro* di faccia ai Dardanelli, e sono rimaste danneggiate anche le isole dei *Principi* (Prinkipo) presso Costantinopoli, si ottiene per la zona predetta una lunghezza non minore di 300 km.; e in quanto alla sua larghezza si potrà ritenerla d'almeno 200 km., quanti ne corrono dalla *Troade* nell'Asia M., rimasta devastata verso il sud, ad *Adrianopoli* verso il nord, nella quale città rimasero più o meno danneggiate molte moschee e numerose case. Supposta di forma ellittica la zona isosismica rovinosa, si avrebbe dunque per la medesima un'area di quasi 50000 km^2!

Sarebbe poco prudente con tanta scarsezza ed indeterminatezza di dati, finora a noi noti, voler indicare, sia pur grossolanamente, la posizione e la forma dell'epicentro in mezzo ad un'area sì vasta. Tuttavia, dall'insieme delle notizie, parrebbe che il focolare sismico non si trovi proprio al disotto dello stretto dei Dardanelli, come generalmente si crede, ma piuttosto nel SW del vilayet di Adrianopoli e specialmente presso la costa NW del Mar di Marmara che rimane parallela alla catena montuosa chiamata *Tekir-Dagh*. Sembra, infatti, che la città di *Gallipoli* abbia subìto maggiori devastazioni in confronto di quella di Dardanelli, ed è anche eloquente la rovina quasi completa del gruppo dei villaggi costieri di *Peristeri* (o Sur-Koï), *Heraclika, Miriofito, Chora* e *Ganos* che si trovano a ponente dell'isola di *Marmara*, anch'essa non sfuggita a gravi devastazioni.

Nell'ipotesi che abbiamo azzardata, rimarrebbero spiegati i maggiori danni sulla costa settentrionale del Mar di Marmara in confronto di quella meridionale e l'estensione dei danni fino a *Ciorlu* (Tschiorlu o Corlu) ed a *Lulè-Bourgas* (rispettivamente a più di 30 km. NE e 50 km NNW da Rodosto), a *Adrianopoli*, a *Dimotika* (a c. 40 km. S da Adrianopoli), ed a *Dede-Agatch* nel golfo d'Enos.

Ponendo l'epicentro proprio ai Dardanelli, non sarebbero certamente mancati dei danni più o meno gravi anche nelle isole di *Lemno* e *Mitilene*, mentre ai medesimi non si è fatto il più piccolo accenno tra le notizie a mia conoscenza.

Nella zona più battuta, l'intensità del moto sismico deve aver oscillato dal IX al X grado della scala convenzionale " Mercalli „ e, data la ragguardevole estensione dell'area rovinosa, si comprende quanto enormi devono essere stati i danni materiali e quante le vittime, il cui numero è andato sempre più crescendo, man mano che sono pervenute notizie dalle varie provincie e dalle località che potevano disporre di mezzi meno pronti di comunicazione, avuto anche riguardo al fatto che le comunicazioni telegrafiche sono venute a mancare, per effetto del tremuoto, a molti luoghi, compresa l'isola di Samotracia, riunita a quella d'Imbro per mezzo d'un cavo sottomarino che s'interruppe. Stando ai dati riportati nel giornale *La Tribuna* (19 e 21 agosto), il numero dei morti ascenderebbe a più di 3000 ed al doppio quello dei feriti. Sarà istruttivo un confronto col celebre terremoto dell'Andalusia del 1884, studiato sul posto da una Commissione scientifica italiana, e di quelli più disastrosi e recenti che desolarono la nostra patria, cioè quello della Liguria del 1887 e i due memorandi della Calabria del 1905 e 1908:

Regione devastata	Data	Lunghezza dell'area rovinosa	Numero dei morti	Numero dei feriti gravi
Andalusia	25 dicembre 1884	km. 115 c.	750 c.	1550 c.
Liguria	23 febbraio 1887	» 150 c.	640 c.	460 c.
Calabria	8 settembre 1905	» 100 c.	530 c.	(?)
Calabria-Sicilia	28 dicembre 1908	» 200 c.	50000 ?	(?)
Mar di Marmara	9 agosto 1912	» 300 c.	> 3000	> 6000

Da ciò si vede come la recente catastrofe supera di molto le 4 precedenti per la grande estensione della zona rovinosa e, se resta al disotto di quella Calabro-Messinese del 1908, per numero di vittime, ciò si deve unicamente al fatto disgraziato ed eccezionale che in quest'ultima si trovassero proprio al di sopra del focolare sismico due fiorenti e popolose città (Messina e Reggio) oltre a numerosissimi e grossi villaggi a poca distanza l'uno dall'altro.

Come ben si comprende, il movimento sismico è stato avvertito più o meno fortemente a distanze maggiori, sebbene notizie esatte in proposito ci facciano difetto. Anzi, stando ai giornali da me sfogliati, anche *Filippopoli*, a ben 250 km. N W da Gallipoli, avrebbe sofferto, come riferirono alcuni viaggiatori giunti per ferrovia a Vienna attraverso la Bulgaria, che essi sulle prime ritennero la sede del fenomeno tellurico!

A *Costantinopoli*, a più di 200 km. E N E. da Gallipoli, la scossa avvenne alle $3^h 20^m$ (t. m. l. ?), produsse grande panico tanto che le vie e le piazze si empirono in breve di gente, e fece sbattere porte, ruzzolare per terra soprammobili, infrangere vetriate, ecc. E non è improbabile che anche qualche casa sia stata lesionata se, come abbiam visto, le vicine isole dei *Principi* non furono risparmiate, e se a *Brussa* nell'Asia M., pure a più di 200 km. E da Gallipoli, s'ebbe qualche danno con una vittima. Il terremoto fu sentito anche ad *Ismid* nel fondo del golfo omonimo a quasi 300 km. E da Gallipoli. Verso sud, sappiamo con sicu-

rezza che il movimento giunse ben sensibile a *Smirne*, a c. 230 km. da Gallipoli (1). Verso ponente, è probabile che il medesimo siasi esteso, più o meno forte, alle isole di *Samotracia*, *Lemno* e *Taso* e più o meno lieve fino alla penisola *Calcidica* e forsanco a *Salonicco*, sebbene a più di 300 km. da Gallipoli.

***

Un terremoto dell'importanza che abbiam vista, non ha mancato di propagarsi sotto forma *microsismica* (cioè insensibile all'uomo) fino a distanze ben più ragguardevoli, perturbando più o meno fortemente, qua e là, gli strumenti sismici più o meno delicati che ha incontrati sul suo cammino. Ignoriamo se in questa occasione abbia funzionato qualche sismografo, od almeno qualche sismoscopio, nella Capitale ottomana ed a Smirne dove, per iniziativa di qualche congregazione religiosa, erano stati installati alcuni apparecchi sismici. Gli Osservatorî esteri più vicini alla zona battuta sono, in ordine di distanza da Gallipoli, quelli di *Atene* (km. 380 c.), *Sofia* (390 c.), *Bucarest* (460 c.), *Belgrado* (730 c.), *Serajevo* (800 c.); ma disgraziatamente non ne conosciamo ancora le osservazioni. Ci sono pervenute, invece, le notizie dei seguenti altri Osservatorî, di fronte ai quali abbiam poste le ore relative al principio della perturbazione microsismica espresse in t. m. Gr. e l'approssimativa distanza da Gallipoli, ritenuta come la località più importante prossima all'epicentro:

Distanza da Gallipoli km.	Località	Ora h m s	Osservazioni
930 c.	Mileto (Calabria)	1 31 4	
990 c.	Budapest	1 30 39 (*)	
1060 c.	Lemberg	1 31 22	principio vago
1150 c.	Pola	1 31 27	principio vago
1160 c.	Lubiana (Laibach)	1 31 28	principio deciso
1170 c.	Graz	1 31 25	principio vago
1180 c.	Roma	1 31 37 (**)	principio vago
1190 c.	Trieste	1 31 25	principio deciso
1190 c.	Vienna	1 31 26	principio vago
1200 c.	Cracovia	1 31 56(***)	principio vago
1300 c.	Padova	1 31 44	
1400 c.	Breslavia (Krietern)	1 32 0	incertezza nei min. sec.
1690 c.	Potsdam (presso Berlino)	1 32 38	
1740 c.	Darmstadt (Jugenheim)	1 32 40	principio vago
1770 c.	Marsiglia	1 32 38	
1940 c.	Amburgo	1 32 59	principio vago e incertezza nei min. sec.
1950 c.	Aquisgrana (Aachen)	1 33 2	principio vago
2060 c.	Algeri	1 33 13	
2610 c.	Granata (Cartuja)	1 34 20	principio vago
2860 c.	S. Fernando (presso Cadice)	1 34 42	

(*) Quest'ora anticipa notevolmente, e forse si è incorso in qualche equivoco.

(**) Quest'ora fu desunta da un sismografo di poca potenza e con questo di aggravante che i tracciati di ambedue le componenti erano alquanto agitati; sicchè la me-

(1) Da una lettera inviatami cortesemente dal sig. Tancredi, professore alla *R. Scuola italiana Tecnico-Commerciale* di Smirne, risulta che quivi s'ebbe una forte ripercussione del fenomeno tellurico con oscillazioni di lunghissimo periodo crescenti in modo assai accentuato e della durata complessiva di 30s—40s, le quali produssero un grande fracasso in quelle case baraccate. Il giorno innanzi s'era avuta un'afa accasciante.

desima si riferisce probabilmente ad una fase alquanto avanzata dei primi tremiti preliminari.

In quanto al vicino Osservatorio di *Rocca di Papa*, per disgraziate circostanze, affatto imprevedibili, le zone di ambedue i migliori strumenti erano ferme al sopraggiungere della perturbazione sismica; solo furono potute rimettere in marcia pochi minuti dopo, in seguito all'allarme dato da numerosi sismoscopi scattati a $1^h 32^m 11^s$, sicchè potè ottenersi almeno la fase massima e tutto il resto della registrazione.

(***) Quest'ora ritarda ancor più in confronto di quella di Roma, e forse a causa della poca potenzialità di quel sismografo, al quale potrebbe essere sfuggita una parte dei primi tremiti.

Se si eccettuano le ore di Budapest, Roma e Cracovia, le quali evidentemente peccano la 1ª in difetto e le altre due in eccesso, tutte le altre s'accordano abbastanza tra loro e mostrano che l'*odografo*, o curva della velocità, è prossimamente una linea retta per gli Osservatori da noi presi in esame e distanti da quasi 1000 a 3000 km. dall'epicentro. Per avere subito un'idea approssimata della velocità superficiale di propagazione delle onde sismiche, combiniamo i dati della località meno distante (*Mileto*) con quelli delle due più lontane (*Algeri* e *S. Fernando*) e troviamo rispettivamente km. 8,76 c. e km. 8,85 c. al secondo; e se a Mileto volessimo sostituire *Lemberg*, poco più distante da Gallipoli, otterremmo rispettivamente km. 9,01 c. e km. 9,0. Non andremo dunque molto lontani dal vero prendendo la media di questi 4 valori che è di circa km. 8,9 (1) e che starebbe a rappresentare approssimativamente la velocità delle onde più veloci che hanno irradiato tutt'attorno al focolare sismico e per l'appunto quelle che costituiscono l'arrivo dei cosidetti *primi tremiti preliminari*. Questa volta non è stato facile determinare dappertutto con precisione l'arrivo delle altre onde, dotate di minor velocità e che costituiscono i *secondi tremiti preliminari*, e lo sa qualche poco cauto sismologo che ha sentito il bisogno di rendere nota nei nostri giornali politici la distanza dell'epicentro in base al ritardo tra i primi e secondi tremiti (2).

Chiudo col far notare quanto vantaggio avrebbe ritratto la scienza se in questa occasione avesse funzionato a Costantinopoli qualche strumento sismico. Questa lacuna è tanto più dolorosa se si pensi che io stesso, recatomi colà nei primi giorni del 1895, avevo portato con me adatti strumenti, dei quali però potei

(1) Questa cifra deve ritenersi come provvisoria fino a tanto che non si conosca con una certa esattezza la posizione dell'epicentro e non si venga in possesso delle ore di numerosi altri Osservatori, forse di tutto il mondo, e specialmente di quelli più vicini alla regione devastata, sopra accennati.

(2) Secondo alcuni di questi calcoli, la distanza sarebbe risultata quasi doppia della vera e l'origine dello scuotimento sarebbe stata supposta nientemeno che nel Caucaso!

In vista di questa difficoltà, il dottor Zeissig, l'attivo quanto valente direttore dell'Osservatorio di Jugenheim, presso Darmstadt, ha voluto servirsi del metodo delle direzioni, ed in base ai dati orari del proprio Osservatorio e di quelli di Lublana e di Algeri, ha trovato per l'epicentro un punto situato tra l'isola d'Imbro e l'ingresso dei Dardanelli. Prendendo in considerazione anche le osservazioni di Potsdam e Marsiglia, l'epicentro cadrebbe in prossimità dell'isola di Lemno! Tutto ciò mostra, una volta di più, quanto bisogna essere cauti in simili ricerche, ancora difficilissime, e come bisogna essere prudenti nell'esporre al pubblico il risultato dei nostri studi, senza di che si corre il rischio di screditarli e di raggiungere così lo scopo opposto.

installare soltanto una piccola parte, e non dei più delicati, in un modestissimo padiglione costruito finalmente, dopo tante mie insistenze, nella località denominata *Maskà* presso il vasto e sontuoso edificio destinato a deposito delle armi. In questo stesso edificio ho ragione di credere che si trovino depositati ed ancora imballati gli altri strumenti più importanti che vi furono trasportati al loro arrivo a Costantinopoli (1). Ma, come già posi in rilievo nell'altra mia pubblicazione sopra citata, all'imperdonabile trascuratezza del Governo ottomano, in fatto di scienza, fa riscontro fortunatamente l'illuminato interessamento degli altri Stati balcanici, della Grecia e della Rumania, sottrattisi al nefasto giogo turco, e dai quali attendiamo buone osservazioni che non mancheranno dal cooperare a gettare novella luce intorno al meccanismo di propagazione delle onde sismiche (2).

G. Agamennone.

Fenomeni astronomici nei mesi di novembre e dicembre.

(Le ore indicate sono espresse in T. M. C. dell'E. C.).

Il *Sole* entrerà nel segno *Sagittario* il 22 novembre a $16^h 48^m$ e nel segno *Capricorno* il 22 dicembre a $5^h 44^m 28^s$ (*Solstizio d'Inverno*).

Fasi della *Luna*:

1912 novembre	2 Ultimo quarto	$4^h 38^m$	dicembre	1 Ultimo quarto	$12^h 5^m$
	9 Luna nuova	3 5		8 Luna nuova	18 7
	16 Primo quarto	23 43		16 Primo quarto	21 7

(1) Quando, dopo il violento terremoto del 1894, che arrecò danni non lievi a Costantinopoli, S. M. il Sultano volle acquistare strumenti sismici — forse nella persuasione che con i medesimi si potesse arrivare a prevedere il flagello tremuotico — lo stesso fui incaricato della loro scelta e della loro costruzione ed installazione. E tanto era il desiderio di far presto, che l'ambasciatore turco in Roma volle assolutamente che io non partissi se non cogli strumenti, affine di poterli subito porre in azione.

Ma, appena giunto nella Capitale ottomana, quale non fu la mia delusione nel trovare l'imperiale Osservatorio Meteorologico allogato in un ristrettissimo edificio in legno a Pera, dove era impossibile pensare al montaggio degli strumenti da me fatti costruire e che erano:

Un *sismometrografo* con massa di kg. 200 a registrazione fotografica e per conseguenza suscettibile d'una straordinaria delicatezza.

Due *sismometrografi* consimili, ma con registrazione ad inchiostro, di cui uno si sarebbe dovuto installare nella stessa residenza del Sultano e Yldiz-Kiosch.

Svariati sismoscopî, anche sensibilissimi.

Appena terminata, nei primi mesi del 1896, la costruzione del piccolo padiglione sotto la mia direzione, non mancai dall'installarvi prontamente i sismoscopî, ma non riuscii a fare altrettanto per gli altri strumenti di ben maggiore importanza, per mancanza dei limitatissimi mezzi pecuniarî a ciò necessarî; e così avvenne che io tornassi in Italia ai primi del 1897, lasciando i tre sismometrografi ancora imballati entro il palazzo del *Dépôt d'armes*. Non è neppure impossibile che i dischi di piombo del peso complessivo di ben kg. 600, destinati a detti apparecchi, siano stati fusi in altrettante palle da fucile!

(2) Il R. Governo della Serbia merita il maggiore encomio, per avere autorizzato il prof. J. Mihailovitch, il solerte direttore del servizio sismologico serbo, a recarsi con sollècitudine sul teatro della catastrofe, per studiare gli effetti del tremuoto. Ciò risulta da una circolare a stampa, in data del 26 agosto, nella quale il Mihailovitch si rivolge agli Osservatorî esteri per ottenerne non solo le osservazioni, ma anche le copie dei sismogrammi, che a suo tempo saranno pubblicati in una monografia a spese dello Stato.

1912 novembre	24 Luna piena	17 12	24 Luna piena	5 30
	3 Perigea	12	30 Ultimo quarto	21 12
	16 Apogea	11	14 Apogea	8
	28 Perigea	12	26 Perigea	4

Mercurio si renderà visibile ad occhio nudo dal 14 al 24 novembre (diam. equat. appar. da 6" a 7") alla sera verso ponente, subito dopo il tramonto del Sole, raggiungendo la massima elongazione (22° 6' E) il 19 a 17^h.

Passerà in congiunzione inferiore col Sole il 9 dicembre a 0^h, e si renderà visibile ad occhio nudo dal 23 dicembre al 2 gennaio al mattino, verso levante, poco prima del sorgere del Sole (diam. equat. appar. da 9" a 5"), raggiungendo la massima elongazione 22° 18' W) il 28 dicembre a 15^h.

Venere si potrà osservare alla sera verso ponente (diam. equat. appar. da 13' a 17"). Passerà in congiunzione con *Urano* il 13 dicembre a $16^h 38^m$ (Venere 1° 36' al Sud di Urano).

Marte, sarà inosservabile nei due mesi. Passerà in congiunzione col Sole il 5 novembre a 3^h.

Giove sarà inosservabile nei due mesi. Passerà in congiunzione col Sole il 18 dicembre a 21^h.

Saturno, nella costellazione *Toro*, sarà osservabile durante tutta la notte (diam. equat. appar. 20"). Passerà in *opposizione* col Sole il 23 novembre a 7^h, ed in *notevole congiunzione* con la Luna il 21 dicembre a $23^h 29^m$ (Saturno 6° 12' al Sud della Luna).

Urano, nella costellazione *Capricorno*, potrà osservarsi col cannocchiale nelle prime ore della sera (diam. equat. appar. da 3",7 a 3",6). Passerà in *notevole congiunzione* con la Luna il 14 novembre a $20^h 59^m$ (Urano 4° 27' al Nord della Luna).

Nettuno, nella costellazione *Gemelli*, sarà osservabile col cannocchiale durante quasi tutta la notte (diam. equat. appar. da 2",2 a 2",3). Passerà in *notevole congiunzione* con la Luna il 1° novembre a $4^h 12^m$ (Nettuno 5° 43' al Sud della Luna).

Osservare i seguenti sciami di *stelle cadenti:*

Leonidi, dal 13 al 18 novembre; meteore rapide, a strascico, con radiante vicino alla stella ζ Leone; seguono l'orbita della cometa 1866 I e diedero luogo a flussi cospicui negli anni 1799, 1833, 1866 e 1899.

Andromedeidi o *Bielidi*, dal 17 al 23 novembre; meteore lente, a strascico, con radiante vicino alla stella γ Andromeda; sono i frammenti della cometa di Biela, e diedero luogo a flussi meravigliosi negli anni 1872 e 1885.

Geminidi, dal 9 al 12 dicembre; meteore rapide, corte, con radiante vicino alla stella α Gemelli.

FIORENZO CHIONIO.

Pubblicazioni ricevute.

Atti della Società Italiana per il progresso delle Scienze, 5ª riunione Roma, ottobre 1911.

Memorie del R. Osservatorio Astronomico al Collegio Romano, serie III, vol. V, parte II ed ultima (Roma, 1912).

Osservatorio meteorico-geodinamico Pio X in Valle di Pompei (Napoli): La sezione geodinamica: sua inaugurazione e suoi apparecchi - Il museo vesuviano: sua inaugurazione e sue collezioni (Valle di Pompei, 1912).

Pubblicazioni della Specola Astronomica Vaticana. III. *Colori stellari, osservati a Roma negli anni 1844-1846* da Benedetto Sestini S. I., esposti in nuovo ordine e riosservati da I. G. Hagen S. I., Direttore della Specola Vaticana (Roma, Tipografia poliglotta vaticana, 1911).

Nicodemo Jadanza: Determinazione geodetica di alcuni punti della valle del Sangone (Estratto dalle *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, serie II, tomo LXIII; Torino, 1912).

E. Millosevich: Dalla torre di Babel al laboratorio di Groninga (Discorso letto nell'adunanza solenne del 2 giugno 1912 alla *R. Accademia dei Lincei*).

Dott. Orazio Lazzarino. — Interpretazione cinematica e realizzazione meccanica del moto di un corpo rigido pesante sospeso per un punto fisso nel caso della Kowalevski. (Estratto dal " *Giornale di Matematiche del Battaglini* ", volume L: Napoli, 1912).

— Osservazioni fotometriche della variabile W Ursae Majoris, eseguite a Catania nel luglio 1911. (Estratto dalle *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*, vol. I, serie 2ª, Catania, 1912).

— Determinazioni assolute dell'Inclinazione Magnetica, eseguite nel R. Osservatorio di Capodimonte durante l'anno 1911. (Estratto dal *Rendiconto della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli*, fasc. 3° e 4°, Marzo e Aprile 1912).

Nuove adesioni alla Società.

S. E. il Principe Troubetzkoy, Bergamo. — Prof. D. Eginitis, Atene. — Sig.ra Wilhelmina Kratochwila, Bologna.

Errata-Corrige.

Anno V, num. 12, pag. 546, linea 22, invece di *il non ritrovarne* leggi *il ritrovarne.*

Anno V, num. 12, pag. 547, linea 17, invece di *discorrendo con poca fatica* leggi *discorrendo, potranno, con poca fatica.*

Anno VI, num. 8, pag. 578, linea 8, invece di *astri* leggi *altri.*

Articoli di prossima pubblicazione.

Dorotea Klumpke-Roberts. — *La nebulosa anulare della Lira.*

Filippo Angelitti. — *Sugli accenni danteschi ai segni, alle costellazioni ed al moto del cielo stellato da occidente in oriente di un grado in cento anni.* — Nota seconda.

Balocco Tommaso *gerente responsabile.*

Torino, 1912. — Stabilimento Tipografico G. U. Cassone succ., via della Zecca, n° 11